PRZEGLĄD MECHANICZNY

MIESIĘCZNIK NAUKOWO-TECHNICZNY

ORGAN
CENTRALNEGO ZARZĄDU PRZEMYSŁU METALOWEGO
I
STOWARZYSZENIA INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW MECHANIKÓW POLSKICH

ROK VI
(1947)

SIMP

ŁÓDŹ – WARSZAWA 1947

WYDAWCA: INSTYTUT WYDAWNICZY SIMP

ZJEDNOCZENIE PRZEMYSŁU OBRABIARKOWEGO

GRUPA OBRABIARKOWA

PRUSZKÓW, ul. SIENKIEWICZA 19

zawiadamia, że fabryki wchodzące w skład Zjednoczenia uruchomiły narazie poniżej podany program produkcji

1. **Fabryka Maszyn i Odlewnia Żelaza** Maurycy Bauer, Łódź, Piotrkowska 170	tokarki, wiertarki, kolumnowe, szlifierki taśmowe
2. **Fabryka Traków i Maszyn do obróki drzewa** dawn. C. Blumwe, Bydgoszcz, Nakielska 53	wszelkie maszyny do obróbki drzewa
3. **H. Cegielski Sp. Akc.** Poznań, Górna Wilda 136 (Zjednoczenie Przem. Taboru i Sprzętu Kol.)	tokarki rewolwerowe, tokarki automatyczne, maszyny do kół zębatych, piły
4. **Fabryka Maszyn i Odlewnia Żeliwa** J. John, S. A. Łódź, Piotrkowska 217	tokarki, wiertarki, szlifierki do wałków, szlifierki bezkłowe
5. **Fabryka Obrabiarek i Odlewnia Żeliwa** W. Krusche i Ska, Pabianice, Łaska 3	ostrzarki do noży tokarskich, piły tarczowe, szlifierki dwutarczowe, ostrzarki narzędziowe
6. Stowarzyszenie Mechaników Polskich z Ameryki S. A. Zakł. Przemysłowe „Poręba" **Fabryka Obabiarek i Odlewnia Żeliwa** Poręba, k/Zawiercia	tokarki do najcięższych strugarki „ „ karuzelówki „ „ kołówki, obrabiarki specjalne
7. Stow. Mechaników Polskich z Ameryki S. A. **Wytwórnia Obrabiarek i Narzędzi**	frezarki wszelkich typów, szlifierki narzędziowe, naprawa obrabiarek zniszczonych, obrabiarki specjalne
8. **Fabryka Maszyn** Emil Twardy Bielsko, Długa 13	strugarki poprzeczne, strugarki podłużne
9. **Gdańska Fabryka Obrabiarek** dawn. C. Thümecke, Gdańsk, Łąkowa 35-38	obrabiarki do drzewa
10. **Państwowa Fabryka Obrabiarek** „C. Walden" Wrocław, ul. Grabiszyńska 281	budowa obrabiarek ciężkich
11. **Fabryka Obrabiarek i Narzędzi „Warka"** dawn. B-cia Lubert, Warszawa, Nowogrodzka 46	wiertarki stołowe
12. **„Wiepofana" Wielkopolska Odlewnia Fabryka Maszyn i Narzędzi** Poznań, Dąbrowskiego 81	tokarki
13. **Fabryka Obrabiarek** L. Zieleniewski i Fitzner Gamper, Dąbrowa Górnicza, Kolejowa 8	tokarki, wytaczarki

Ponadto Zjednoczenie Przemysłu Obrabiarkowego oraz niektóre jego fabryki zapewniły sobie współpracę poniższych firm:

Brevillier i S-ka i A. Urban i Synowie	—	maszyny kuźnicze
L. Cytling	—	tokarki, szlifierki
Inż. K. Kanczewski	—	tłocznie
Państwowe Zakłady Lotnicze	—	szlifierki narzędzioewe
Edmund Szmeja	—	maszyny blacharskie
Zakłady Południowe	—	nożyce, prasy, młoty
G. Josephy	—	tokarki narzędziowe i wysoce szybkobieżne
Zjednoczenie Przem. Lotn.	—	szlifierki

SPIS RZECZY
1947

A. SPIS ARTYKUŁÓW WEDŁUG DZIAŁÓW.

OD REDAKCJI.

I. ARTYKUŁY OGÓLNE.

II. DZIAŁ ODLEWNICZY.

III. DZIAŁ SPAWALNICZY.

IV. POLSKA ENCYKLOPEDIA MECHANIKI.

V. GOSPODARKA NARODOWA.

VI. PRZEGLĄD CZASOPISM TECHNICZNYCH.

VII. KRONIKA.

VIII. KOMUNIKATY.

IX. BIBLIOGRAFIA.

B. SPIS ARTYKUŁÓW WEDŁUG DZIEDZIN WIEDZY

GOSPODARKA PRZEMYSŁOWA.

KOLEJNICTWO.

KOTŁY PAROWE.

MATEMATYKA.

MECHANIKA.

METALOZNAWSTWO.

MASZYNY I URZĄDZENIA SPECJALNE.

OBRABIARKI.

OBRÓBKA CIEPLNA.

OBRÓBKA METALI SKRAWANIEM.

ODBUDOWA.

ODLEWNICTWO.

ORGANIZACJA.

POJAZDY MECHANICZNE.

SILNIKI.

SPAWALNICTWO.

STATYSTYKA.

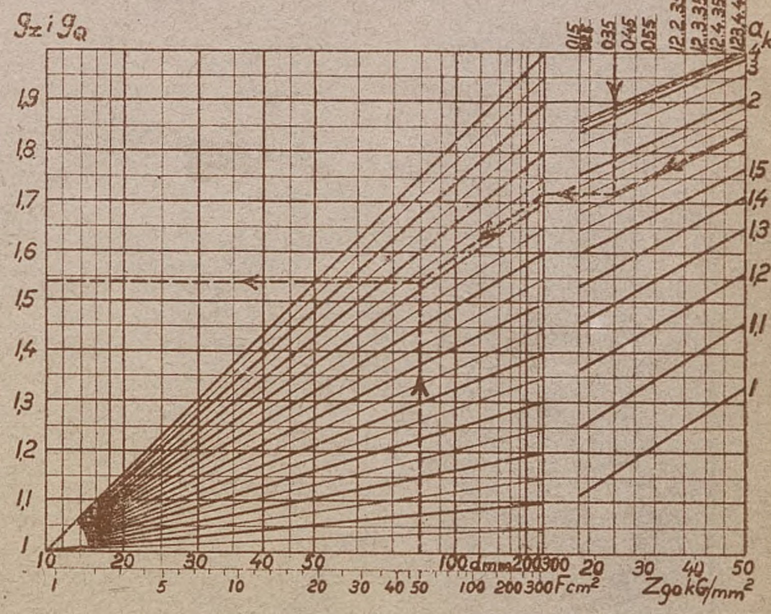
SZKOLNICTWO I NAUCZANIE.

WYTRZYMAŁOŚĆ.

Nr 1870 — Robotnicza Spółdzielnia Graficzna, W-wa, Targowa 80. B-47078

PRZEGLĄD MECHANICZNY

MIESIĘCZNIK NAUKOWO-TECHNICZNY



Wartości spółczynników g_z i G_Q wielkości przekroju dla różnych stali konstrukcyjnych.

ENERGETYKA
KONSTRUKCJA
OBRÓBKA METALI
METALOZNAWSTWO

ORGAN CENTRALNEGO ZARZĄDU PRZEMYSŁU METALOWEGO
I STOWARZYSZENIA INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW MECHANIKÓW POLSKICH

Rok 1947 Zeszyt 1.

PRZEGLĄD MECHANICZNY

ORGAN CENTRALNEGO ZARZĄDU PRZEMYSŁU METALOWEGO i STOWARZYSZENIA INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW MECHANIKÓW POLSKICH

Rok VI. ŁÓDŹ – WARSZAWA STYCZEŃ 1947 ROK Zeszyt 1.

Słowo wstępne

Po siedmioletniej przerwie, wywołanej wypadkami wojennymi, wznawiamy wydawnictwo czasopisma „Przegląd Mechaniczny" o poziomie i zakresie zbliżonym do przedwojennego, ograniczając się jeno do ram miesięcznika. Potrzeba takiego wydawnictwa wystąpiła wyraźnie w okresie, kiedyśmy je stracili, kiedy jego łamy zostały zamknięte w związku z rozpętaniem wojny na ziemiach polskich.

Centralny Zarząd Przemysłu Metalowego skupiający dziś prawie całość problemów przemysłu metalowego podjął inicjatywę w tej sprawie i upoważnił dotychczasowego redaktora tego wydawnictwa do wznowienia pisma jako organu Centralnego Zarządu Przemysłu Metalowego. Czasopismo pozostaje również organem Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Mechaników Polskich „SIMP" będącego dalszym ciągiem zreorganizowanego Stowarzyszenia Inżynierów Mechaników Polskich „SIMP" - założyciela czasopisma.

Ogólne warunki gospodarcze w kraju — upaństwowienie większych i średnich zakładów przemysłowych — nasunęły także nieznane dotąd w historii naszego przemysłu warunki dla prac wydawniczych. Skoncentrowanie w gospodarce państwowej ogółu zakładów przemysłowych ułatwia wybitnie działalność wydawniczą w dziale prasy fachowej.

Przystępujemy ponownie do pracy, w przekonaniu, że wydawnictwo nasze spełni pożyteczną rolę w rozwoju polskiego przemysłu i dźwiganiu wytwórczości na poziom coraz wyższy. Bo jakież to kapitalne zagadnienia przemysłowe oczekują rozwiązania! Ileż to placówek przemysłowych uległo całkowitemu lub częściowemu zniszczeniu! Ileż oczekuje jaknajlepszego zorganizowania w nich wytwórczości, i to nie w znaczeniu powołania do życia placówek w zamian zniszczonych, lecz w sensie stworzenia warsztatów odpowiednio powiązanych z całokształtem potrzeb kraju i jego aparatu wytwórczego!

W tych nowych warunkach bezstronny głos kół fachowych zdaje się być czynnikiem pierwszorzędnego znaczenia, zaś jego brak może niejednokrotnie zahamować lub wypaczyć podejmowane usiłowania odbudowy i rozbudowy przemysłu krajowego. Przystępując tedy do wznowienia wydawnictwa, zwracamy się do ogółu Inżynierów Mechaników i Techników Mechaników Polskich z gorącym wezwaniem do pracy na polu wymiany myśli technicznych, dzielenia się uwagami opartymi na pracy własnej i obserwacji tego, co się dzieje na polu techniki i wytwórczości w kraju i poza jego rubieżami. Wzywamy szeroki ogół pracowników nauki i przemysłu do nie szczędzenia wysiłków ku rozbudowie naszej wytwórczości w dziedzinie przemysłu metalowego — przez omawianie w naszym piśmie szerokiego zakresu zagadnień związanych z rozwojem tej wytwórczości.

„Przegląd Mechaniczny" pojawia się po ukazaniu się i zdobyciu już pewnych tradycji powojennych bratniego pisma „Mechanik".

Jaki chcemy mieć poziom i kierunek czasopisma „Przegląd Mechaniczny"?

Zgodnie z uchwałami Komitetu Redakcyjnego czasopisma „Mechanik" podanymi w Nr 7 i 8 tego czasopisma, artykuły zamieszczane w „Mechaniku" powinny być dostępne dla wykwalifikowanych rzemieślników, którzy przez pogłębianie swych wiadomosci dążą do zajęcia stanowisk przodowników, instruktorów i mistrzów technicznych".

„Przegląd Mechaniczny" będzie miał poziom wyższy, inżynierski, dostępny również dla technika, który przez pracę nad sobą i rozszerzenie horyzontów technicznych dąży do zajęcia stanowisk inżynierskich.

Zakres działalności „Przeglądu Mechanicznego" obejmuje w prawdzie wszystkie dziedziny, na których opiera się działalność przemysłu metalowego ze szczególnym uwzględnieniem następujących tematów:

a) zagadnienia gospodarcze z dziedziny przemysłu metalowego,
b) zagadnienia odzwierciadlające postęp techniczny w przemyśle metalowym w kraju i zagranicą,
c) artykuły o charakterze naukowym, lecz związane z postępem techniki,
d) metaloznawstwo,
e) odlewnictwo,
f) konstrukcje maszyn i urządzeń mechanicznych,
g) zagadnienia energetyczne,
h) organizacja pracy i przedsiębiorstw metalowych.

Powrót do prac wydawniczych, przerwanych przez ciężkie przeżycia wojenne, powitają koledzy - inżynierowie mechanicy i technicy - mechanicy niewątpliwie z radością. Znając zaś zainteresowanie kolegów - mechaników wytwórczością krajową w najbliższej ich pracy dziedzinie, nie wątpimy, że apel nasz spotka się z żywym odgłosem. A wyniki naszych wysiłków od nas samych zależeć będą, zgodnie ze słowami wieszcza: „Z wiary waszej — wola wasza, z woli waszej — czyn wasz będzie."

Centralny Zarząd Przemysłu Metalowego
Inż.-mech. Mieczysław Lesz
Dyrektor Naczelny CZPM

Stowarzyszenie Inżynierów i Techników-Mechaników Polskich
Inż. Ludwik Uzarowicz, Prezes
Inż. Władysław Pachulski, Sekretarz

Komitet Redakcyjny czasopisma „Przegląd Mechaniczny"
Prof. Dr Inż. Bohdan Stefanowski
przewodniczący
Inż.-mech. Ignacy Brach
zast. przewodniczącego
Inż.-mech. Czesław Mikulski
Redaktor

Teorie wytrzymałościowe

Prof. dr. inż. M. T. HUBER

Wstęp. — Wytężenie materiału. — Zastosowanie teorii sprężystości w teoriach wytrzymałościowych: naprężenie niebezpieczne, pewność, pr. Hooke'a, zastosowanie superpozycji, potencjał sprężystości, energie odkształceń. — Krytyka Voigt'a. — Hipoteza energii odkształcenia postaciowego. — Teoria największego naprężenia stycznego. — Hipoteza największego wydłużenia jednostkowego. Badania wytrzymałości na zmęczenie.

Od początku stulecia bieżącego coraz częściej ukazują się prace, poświęcone zagadnieniu podstawowemu całej nauki o wytrzymałości, streszczającemu się w pytaniu: Od czego zależy niebezpieczeństwo powstania w danej części konstrukcyjnej, obciążonej w sposób określony, odkształceń trwałych o wielkości uznanej za niepożądaną i szkodliwą, albo też przynajmniej równie niepożądane pęknięcie tejże części?

Przedewszystkim wypada zaznaczyć, że zagadnienie to o doniosłości podstawowej w naukach technicznych nie zostało bynajmniej rozwiązane w sposób zadowalający nietylko wymagania nauk ścisłych, ale i potrzeby praktyczne techniki. Mimo to wyniki badań dotychczasowych dają nam wskazówki dostatecznie pewne, ujęte w proste wzory matemtyczne, ale tylko dla metali elastoplastycznych, co prawda, najważniejszych materiałów konstrukcyjnych współczesnej budowy maszyn. Inne materiały będą, jak się zdaje, długo jeszcze oczekiwały na podobne ujęcie teoretyczne, chociaż nie brak interesujących prób takiego ujęcia.

Dla jasnego oświetlenia sprawy, najlepiej rozpatrzyć zagadnienie nasze na tle rozwoju historycznego, począwszy od poglądu Galileusza, którego uważają powszechnie za inicjatora badań w tym kierunku. Ten genialny przyrodnik włoski doszedł na podstawie doświadczeń do wniosku, że wielkość naprężeń rozciągających (ciągnień) w materiale jest głównie miarą niebezpieczeństwa powyżej wyrażonego, czyli określa to, co nazywamy teraz **wytężeniem** materiału (w języku francuskim „fatigue", niemieckim „Anstrengung"); chociaż zdawał sobie niewątpliwie sprawę z tego, że i wielkosć ciśnienia, jakie materiał może znieść, jest także ograniczona. Stąd powstała z czasem **teoria** (a raczej hipoteza)

największego naprężenia, rozpowszechniona najdłużej, bo do końca wieku XIX w Anglii, chociaż Coulomb we Francji głosił już dawno pogląd odmienny i bardziej zbliżony do rzeczywistości.

Ale zanim przejdziemy do hipotez wytrzymałościowych nowszych, lepiej popartych badaniami doświadczalnymi, określimy ściślej pożyteczne pojęcie wytężenia materiału i wytężenia ciała (części konstruktywnej) ustalając definicję ogólną następującą: przez wytężenie rozumiemy wielkość lub zespół wielkości mechanicznych (np. odkształceń i naprężeń), które można uważać za miarę niebezpieczeństwa pojawienia się odkształceń trwałych o wartości uznanej za szkodliwą w praktyce i prowadzącą w ciągu dalszym do pęknięcia przy odpowiednim zwiększaniu wartości liczbowej danych obciążeń części konstrukcyjnej.

Definicja powyższa nie odznacza się pożądaną w praktyce prostotą, ale charakteryzuje dobrze złożoność zagadnienia rozpatrywanego. Ona prowadzi nadto do całego szeregu pytań stawianych przez inżynierów dawniejszych, jak np. czy wytężenie materiału można mierzyć wartością największego spośród trzech naprężeń głównych ogólnego stanu napięcia, jak to przyjmował Lamé, jeden z najwybitniejszych teoretyków sprężystości, czy też wartością największego wydłużenia jednostkowego, jak to przyjmowali sławni inżynierowie-badacze francuscy Poncelet i de St.-Venant i t. d. Definicja nasza kryje w sobie dodatkowe pytanie zasadnicze, czy w ogóle można określić wytężenie części konstrukcyjnej niezależnie od jej postaci samym tylko wytężeniem materiału, oraz czy wytężenie materiału da się określić stałymi cechującymi materiał, podobnie jak własności sprężyste materiału określa się w teorii sprężystości (ciał izotropowych) modułem E (zwanym modułem Younga) i liczbą Poisson'a 1/m.

Triumfy teorii sprężystości, skrystalizowanej na początku stulecia XIX wysiłkiem głównie uczonych francuskich, spowodowały ślepą wiarę nawet inżynierów-badaczy przodujących w to, że wytężenie da się również określić za pomocą stałych właściwych materiałowi, jak np. wartością naprężenia wywołującą pierwsze odkształcenia trwałe (plastyczne) przy próbie rozrywania, albo wartością naprężenia powodującą przy tejże próbie pęknięcie. Tak powstało pojęcie naprężenia niebezpiecznego i mniejszego odeń bezpiecznego dla materiału danego, tak bardzo rozpowszechnione w praktyce technicznej, ponieważ w przypadkach najprostszych jednokierunkowego osiowego rozciągania lub ściskania prętów prowadzą do wystarczająco pewnych obliczeń wytrzymałościowych wzorem niezmiernie prostym:

naprężenie s = sile obciążającej P*)

*) ze względu na brak czcionek greckich zastąpiono tutaj i w ciągu dalszym rozpowszechnione znakowanie literami greckimi epsilon, gamma i t. d. odpowiednimi literami łacińskimi e, g.....

Jeżeli naprężenie tak obliczone jest odpowiednio mniejsze od wartości s uznawanej za niebezpieczną (s nieb.) na podstawie próby rozrywania lub zgniatania, to stosunek s nieb. : s=n określa to, co nazywamy pewnością (współczynnikiem bezpieczeństwa) w przypadku rozpatrywanym.

Że pogląd powyższy i oparty na nim wzór wytrzymałościowy jest tylko zbliżony do rzeczywistosci, przekonano się już dawno, ale niestety nie w praktyce konstrukcyjnej, lecz w pracowniach naukowych. Już kilkadziesiąt lat temu fizyk niemiecki Quincke i technolog Karmarsch badali wytrzymałość cienkich drutów określoną stosunkiem siły rozrywającej P_w do pola przekroju F i przekonali się, że ta wytrzymałość $R=P_w/F$ jest tym większa, im drut jest cieńszy. Karmarsch wywiódł ze swoich pomiarów zależność empiryczną R do średnicy drutu d w postaci:

$$R = R_0 + c/d, \qquad (1)$$

gdzie R_0 i c są stałymi materiału. Podczas pierwszej wojny światowej zauważyłem, że do tego samego wzoru można dojść na drodze teoretycznej, przyjmując, — że podobnie jak w cieczach — zachodzi na powierzchni ciał stałych napięcie powierzchniowe, które zwiększa wytrzymałość cieniutkiej warstwy zewnętrznej. A zatem stała R_0 przedstawia niejako wytrzymałość „objętościową" w kG/cm², a stała c — wytrzymałość powierzchniową w kG/cm. Ponieważ c jest określone liczbą małą wobec R_0, przeto nic dziwnego, że w prętach o średnicy stosowanej w praktyce i próbach laboratoryjnych okazała się wytrzymałość rzeczywista praktycznie równa R_0, czyli niezależna od wymiarów ciała. Atoli należy zawsze pamiętać, że jest to przybliżenie które w niejednym przypadku prowadzi do wyników niezgodnych z rzeczywistością.

Taki przypadek zachodzi istotnie w nader ważnym zagadnieniu ściskania kul lub wałków w łożyskach tocznych, do którego powrócę oświetliwszy najpierw rolę teorii sprężystości w zagadnieniach wytrzymałościowych. Otóż, jak wiadomo, teoria sprężystości pozwala w wielu przypadkach danego sposobu obciążenia części konstrukcyjnej obliczyć wielkości sił wewnętrznych, a więc naprężeń, jakie w niej zachodzą, oraz wielkości odkształceń związanych z tymi nazrężeniami prawem Hooke'a. Prawo to ma postać szczególnie prostą w przypadku prostego rozciągania lub ściskania w jednym tylko kierunku gdyż wtedy wyraża, że wydłużenie jednostkowe (t. zn. stosunek przyrostu długości pierwotnej 1 do tejże długości, czyli d 1/1 = e) jest proporcjonalne względem naprężenia s, t. j. stosunku siły rozciągającej lub ściskającej P do pola F, na które ta siła działa prostopadle, czyli normalnie. A zatem s=P/F, a prawo Hooke'a wyraża w tym przypadku związek s/e = stałej materiału E zwanej modułem wydłużenia sprężystego (modułem Younga) przy prostym rozciąganiu lub ściskaniu.

Związek s = Ee nie podaje jednakże, jak zmieniają się inne wymiary prostopadłe do kierunku napięcia P. Dlatego uogólniono prawo Hooke'a

przyjmując, że stwierdzone doświadczalnie skurczenie poprzeczne przy rozciąganiu podłużnym, względnie rozszerzenie poprzeczne przy ściskaniu podłużnym jest również proporcjonalne względem naprężenia s, wobec czego stosunek liczby mierzącej odkształcenie poprzeczne e' do liczby mierzącej odkształcenie podłużne, t. j. do e, ma również wartość stałą, cechującą materiał. Piszemy więc e'/e = 1/m. Stała 1/m nosi nazwę liczby Poisson'a, ponieważ ten sławny matematyk spróbował szukać jej wartości dla materiałów izotropowych na drodze teoretycznej, opartej na przyjętej przezeń hypotezie o wzajemnym działaniu molekuł sąsiadujących i znalazł m = 4. Pomiary doświadczalne już 100 lat temu nie potwierdziły tej wartości, wykazując liczby mniejsze lub większe dla różnych materiałów izotropowych. Ale fakt ten nie naruszył bynajmniej uogólnienia prawa Hooke'a pod innym względem. To uogólnienie wyraża, że odkształcenia sprężyste, spowodowane złożonym stanem napięcia, t. j. jednoczesnym rozciąganiem lub ściskaniem w dwu lub trzech kierunkach wzajemnie prostopadłych sumują się w sposób określony, czyli, jak się wyrażamy, odkształcenia takie podlegają z a s a d z i e s u p e r p o z y c j i (nakładania, sumowania) s k u t k ó w. Jeżeli więc prostopadłościan pomyślany wewnątrz ciała jest pod działaniem naprężeń osiowych we wszystkich trzech kierunkach jego krawędzi, o wielkościach s_1, s_2, s_3, to wydłużenia jednostkowe e_1, e_2, e_3 w kierunkach odpowiednich są określone wzorami:

$$e_1 = \frac{s_1}{E} - \frac{1}{m} \cdot \frac{s_2}{E} - \frac{1}{m} \cdot \frac{s_3}{E} = \frac{1}{E} [s_1 - \frac{1}{m}(s_2 + s_3)]$$

$$e_2 = \frac{1}{E} [s_2 - \frac{1}{m} (s_3 + s_1)]$$

$$e_3 = \frac{1}{E} [s_3 - \frac{1}{m} (s_1 + s_2)] \quad \ldots\ldots (2)$$

Należy jednak pamiętać, że wzory te, jak również inne wzory teorii sprężystości, opierają się na założeniu odkształceń n i e s k o ń c z e n i e m a ł y c h, są zatem dostatecznie dokładne tylko w przypadkach odkształceń sprężystych b a r d z o m a ł y c h, jakie na szczęście zachodzą w praktyce we wszystkich materiałach konstrukcyjnych z wyjątkiem miękkiego kauczuku. Można nawet dowieść, że dla odkształceń dowolnie wielkich nie może obowiązywać zasada superpozycji, wobec czego pomiary doświadczalne, wykonywane często na modelach gumowych, mogą dać tylko grube przybliżenie w zastosowaniu pierwowzorów metalowych, a nawet prowadzić niekiedy do wniosków błędnych.

Poprzestając na założeniach powyższych klasycznej teorii sprężystości, można wyprowadzić z łatwością bardzo ważny wzór, wyrażający pracę odkształcenia sprężystego odniesioną do jednostki objętości materiału odkształconego, a mianowicie: $L = \frac{1}{2} (e_1 s_1 + e_2 s_2 + e_3 s_3)$ *) . . . . (3)

*) W tym celu rozpatrujemy kostkę elementarną materiału o krawędzi równej 1 i obliczamy niezależne nawzajem wartości pracy naprężenia s_1, na drodze e_1 i t.d. uwzględniając, że naprężenie rośnie nieskończenie powoli od zera aż do wartości rozpatrywanej. Wobec tego jest praca całkowitą sumą: $\frac{1}{2} e_1 s_1 + \frac{1}{2} e_2 s_2 + \frac{1}{2} e_3 s_3$.

Tą samą wartość ma e n e r g i a p o t e n c j a l n a wewnętrznych sił sprężystości, czyli p o t e n c j a ł s p r ę ż y s t o ś c i.

Warto jeszcze przypomnieć, że z wartości trzech naprężeń s_1, s_2, s_3, występujących w trzech przekrojach wzajemnie prostopadłych, przechodzących przez punkt dany, można, posługując się tylko ogólnymi warunkami równowagi, obliczyć wartości w każdym innym przekroju nachylonym, przy czym w przekroju takim jest naprężenie nachylone do płaszczyzny przekroju. Dlatego na ścianach elementu zorientowanego dowolnie występują obok naprężeń normalnych s także i styczne t, które opatrujemy dwoma wskaźnikami. Np. t_{xy} i t_{xz} oznaczają składowe naprężeń na ścianie prostopadłej do x i mające kierunki y i z. W podobny zupełnie sposób określa teoria z danych wydłużeń głównych e_1, e_2, e_3, wydłużenia e_x, e_y, e_z, w dowolnych trzech kierunkach wzajemnie prostopadłych oraz kąty odkształceń postaciowych g_{xy}, g_{xz}, g_{yz}, g_{yx}, g_{zx}, g_x. Przy tym jest stosownie do warunków równowagi t_{xy}, t_{yz}, g_{xy}, g_{yz} itd. tak, że stan odkształcenia jest zupełnie wyznaczony sześciu liczbami, e_x, e_y, e_z; g_{xy}, g_{yz}, g_{zx}; zaś stan napięcia sześciu wielkościami s_x, s_y, s_z; t_{xy}, t_{yz}, t_{zx}.

Ponieważ przy odkształceniach postaciowych (b. małych) ściany przeciwległe elementu prostopadłościennego nie zmieniają odległości wzajemnych, przeto praca działających na ściany naprężeń normalnych jest równa zeru. Podobnie przy samych tylko wydłużeniach krawędzi jest praca naprężeń stycznych jako prostopadłych do kierunku przemieszczeń odpowiednich także równa się zeru. Z tego wynika, że w przypadku ogólnym przedstawi się właściwa energia odkształcenia, czyli potencjał sprężystości wzorem:

$$L = \frac{1}{2} (e_x s_x + e_y s_y + e_z s_z + g_{xy} t_{xy} g_{yz} t_{yz} + g_{zx} t_{zx}) \quad (4)$$

Po wyrażeniu wydłużeń przez naprężenia s w-g wzorów (2) i uwzględnieniu znanych drugich związków teorii sprężystości:

$$g_{xy} = 2 \ (1 + \frac{1}{m}) \frac{t_{xy}}{E}, \quad g_{yz} = 2 \ (1 + \frac{1}{m}) \frac{t_{yz}}{E},$$

$$g_{zx} = 2 \ (1 + \frac{1}{m}) \frac{t_{zx}}{E}, \quad \ldots\ldots\ldots (5)$$

oraz stosownym przekształceniu otrzymujemy:

$$L = L_v + L_f, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

przyczym:

$$L_v = \frac{m-2}{6 mE} (s_x + s_y + s_z)^2 = \frac{1 - \frac{2}{m}}{6E} \times$$

$$\times (s_x + s_y + s_z)^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

przedstawia samą e n e r g i ę o d k s z t a ł c e n i a o b j ę t o ś c i o w e g o (t. zn. odkształcenia bez zmiany postaci geometrycznej); zaś:

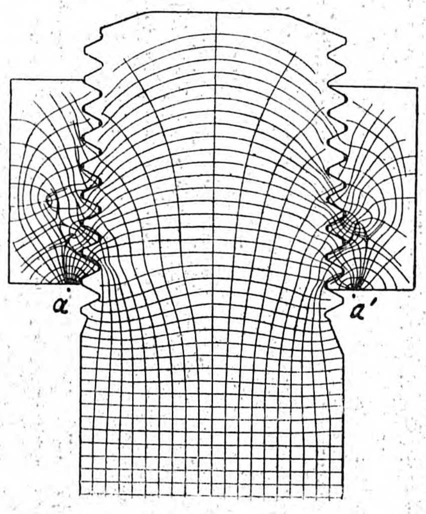
$$L_f = \frac{1 + \frac{1}{m}}{6E} [(s_x - s_y)^2 + (s_y - s_z)^2 +$$

$$+ (s_z - s_x)^2 + 6 \ (t^2_{xy} + t^2_{yz} + t^2_{zx})] \quad \ldots\ldots (8)$$

przedstawia e n e r g i ę c z y s t e g o o d k s z t a ł c e n i a p o s t a c i o w e g o.

Nie przytaczam tutaj innych ważnych równań teorii sprężystości, poprzestając na stwierdzeniu, że te równania ujmują w sposób ścisły bądź to zależność przemieszczeń punktów ciała sprężystego izotropowego w granicach ważności prawa Hooke'a, bądź też naprężeń wewnętrznych w tym ciele od danych obciążeń i postaci geometrycznej tego ciała, chociaż rozwiązanie konkretne równań odnośnych jest możebne praktycznie tylko w nielicznych stosunkowo przypadkach najprostszych.

Ale w wielu przypadkach nierozwiązalnych praktycznie rachunkiem można znaleźć z przybliżeniem zwykle wystarczającym rozmieszczenie naprężeń laboratoryjnych metodą rentgenologiczną, albo z większą dokładnością metodą elasto — optyczną stosowaną, coprawda tylko do modeli przezroczystych.*)



Rys. 1. Linie naprężeń głównych w trzonie śruby i w nasrubku pod działaniem siły rozciągającej trzon.

Rozporządzamy przeto kilku sposobami wyznaczenia odkształceń i naprężeń sprężystych, potwierdzającymi w ogromnej liczbie przypadków zgodność wartości obliczonych teorytycznie z doświadczeniem i to bez względu na wymiary ciał badanych. To było niewątpliwie powodem głębokiego przekonania przodujących inżynierów na przełomie stuleci XIX. i XX., że i cechy wytrzymałościowe materiału można tak, jak cechy sprężystościowe określić niezależnie od postaci ciała stałymi właściwymi materiałowi. Wobec tego przyjmowano z góry, że wytężenie ciała obciążonego jest określone wytężeniem jego elementów, że zatem wystarczy wyszukać miejsce w ciele o wytężeniu materiału największym, ażeby ocenić wytężenie całego ciała. Na tych założeniach opierano wszelkie „teorie wytrzymałości" aż do końca wieku ubiegłego, kiedy znakomity fizyk w Getyndze W. Voigt ogłosił swoją świetną krytykę teorii Mohr'a, przodującego wówczas w Niemczech i bardzo zasłużonego inżyniera - badacza. Voigt, jak się zdaje, pierwszy wygłosił opinię, że zjawiska wytrzymałościowe, określone wystąpieniem odkształceń plastycznych (trwałych), wzgl. pękaniem, nie dają się przedstawić samymi tylko stałymi materiału, lecz zależą nadto od postaci ciała i rozmieszczenia w nim naprężeń. Już opisane wyżej zjawisko wytrzymałości cienkich drutów potwierdza te opinię; teraz zaś powrócimy do wspomnianego drugiego przypadku dowodzącego znowu, że własności wytrzymałościowe dają się — przynajmniej w drugim przybliżeniu — wyjaśnić odmiennym zachowaniem się warstwy powierzchniowej i wnętrza ciała.

Gdy w r. 1882 sławny fizyk H. Hertz podał ogólne rozwiązanie zagadnienia teorii sprężystości, określające stan odkształcenia i napięcia w otoczeniu miejsca stykania sie ciał przy wywarciu nacisku wzajemnego, to z rozwiązania tego wynikały, np. w przypadku kul ściskanych, pewne związki miedzy wielkością nacisku P, a wytężeniem materiału w miejscach niebezpiecznych które oczywiście miały postać różną, zależnie od stosowanej hipotezy wytrzymałościowej. Poza tym wynikało z teorii wymiarów, że wartość P dla kul z tego samego materiału prowadząca do tej samej wielkości wytężenia kuli, winna być proporcjonalna względem kwadratu średnicy kuli. Podobnież przy ściskaniu wzajemnym wałków wzdłuż ich tworzących winno być P proporcjonalne względem l. d., jeżeli d oznacza średnice wałka, a l jego długość. Tymczasem już badania doświadczalne F. Auerbach'a z lat 1891 - 96 wykazały, że iloraz P/d^2 dla kul z tego samego materiału nie jest przy równym wytężeniu stały, lecz rośnie dość dokładnie odwrotnie proporcjonalnie względem $\sqrt[3]{d}$ Wobec tego im kula jest mniejsza, tym większe znosi wytężenie materiału, co można również objaśnić większą wytrzymałością warstwy powierzchniowej, chociaż to się nie da ująć rachunkiem tak łatwo, jak w przypadku cienkich drutów rozciągalnych.

Z dalszych prac odnośnych przytoczę tylko najnowszą, bo w r. 1941 L. Foeppl'a i K. Huber'a profesorów Politechniki Monachijskiej, zajmującą się przyciskaniem wałków o średnicach od 4 do 240 mm z twardej stali do płyty ze stali 37. Pomiary wykazały również wzrost obciążenia niebezpiecznego wałka odniesionego do pola l. d przy malejącej wartości d tak, iż mamy znowu najprawdopodobniej do czynienia z wpływem większej wytrzymałości warstewki powierzchownej. Wpływ ten zdaje sie zanikać praktycznie dopiero od d=240 mm w górę.

To wszystko dowodzi niezbicie słuszności w zasadzie poglądów Voigta, jak to zaznaczyłem już w mojej pracy doktorskiej z r. 1905, ale zarazem tłumaczy, dlaczego w przypadkach zwykłych i najliczniejszych praktyki konstrukcyjnej, gdzie mamy do czynienia z wymiarami dość wielkimi, można poprzestać na założeniu, że wytężenie ciała określa się wytężeniem materiału tego ciała w miejscu niebezpiecznym (wyznaczonym według teorii sprężystości) przy pomocy hipotezy zgadzającej się najlepiej z doświadczeniami wykonanymi na próbkach niezbyt małych. Taką jest według stanu współczesnego naszej wiedzy Hipoteza energii odkształcenia

*) Taką metodą znaleźli np. L. Foeppl i Neuber linie naprężań głównych przedstawione na rys. 1 w trzonie śruby i w naśrubku pod działaniem siły rozciągającej trzon, a zrównoważonej reakcjami naśrubka, podpartego wzdłuż obwodu o średnicy aa'.

postaciowego nazwana w skrócie „hipotezą energii postaciowej". *) Wyraża ją zdanie:

Wytężenie metali elastoplastycznych mierzy się określoną krańcową wartością energii sprężystej czystego odkształcenia postaciowego. Ponieważ tą wartością jest w przypadku prostego rozciągania lub ściskania wyrażenie $\frac{m+1}{3mE} s^2_{pl}$ (stosownie do wzoru ogólnego po podstawieniu wartości zerowej dla wszystkich naprężeń składowych z wyjątkiem $s_x = s_{pl}$, t.j. granicy plastyczności), przeto warunek wytrzymałościowy dla ogólnego stanu napięcia otrzymamy ze związku:

$$\frac{m+1}{6mE}[(s_x-s_y)^2+\ldots\ldots + 6(t^2_{xy}+\ldots\ldots)] \leqq \frac{m+1}{3mE}s^2_{pl},$$

a stąd: $\frac{1}{2}$ $[(s_x - s_y)^2+(s_y - s_z)^2+(s_z - s_x)^2] +$

$$+ 3(t^2_{xy}+t^2_{yz}+t^2_{zx}) \leqq s^2_{pl} \quad \ldots\ldots (9)$$

Gdy tutaj po stronie prawej zastąpimy s_{pl} przez s_{red} (naprężenie sprowadzone lub zastępcze) i zatrzymawszy znak równości rozwiążemy równanie względem s_{red}, to wzór:

$$s_{red} = \sqrt{\frac{1}{2}(s_x - s_y)^2+\frac{1}{2}(s_y- s_z)^2+\frac{1}{2}(s_z - s_x)^2 + (+ 3\, t^2_{xy}+t^2_{yz}+t^2_{zx})} \quad \ldots\ldots (10)$$

określa tę wartość naprężenia przy prostym rozciąganiu lub sciskaniu, która daje to samo wytężenie, co ogólny stan napiecia przedstawiony danymi wartościami składowych s_x, s_y, s_z, t_{xy}, t_{yz}, t_{zx}.

W zastosowaniach do najczęstszych przypadków płaskiego stanu napięcia przybiera równanie powyższe postać:

$$s_{red} = \sqrt{s^2_x+s^2_y-s_xs_y+3t^2}, \quad \ldots\ldots (11)$$

zaś w przypadku ważnym przy obliczaniu wytrzymałościowym wałów i dzwigarów dwuteowych cienkościennych, kiedy $s_x = s$, $s_y = O$, mamy:

$$s_{red} = \sqrt{s^2 + 3t^2} \quad \ldots\ldots (12)$$

Idea zastosowania L_f jako miary wytężenia polegała głównie na rozumowaniu, że wszechstronne równomierne ściskanie, któremu towarzyszy tylko odkształcenie objętościowe materiału izotropowego, nie może być niebezpieczne nawet przy naprężeniach dowolnie wielkich. Dlatego wytężenie winno być zależne tylko od L_f, zgodnie zresztą z badaniami doświadczalnymi A. Foppl'a i innych.**)

Jako kryteria wartości hipotezy energii postaciowej można przytoczyć:

1° Dla wszechstronnego równomiernego ściskania daje $s_{red} = 0$, jak być powinno.

2° Dla prostego ścinania ($s = s_y = s_z = 0$, $t_{xy} = t$, $t_{yz} = t_{zx} = 0$) jest $s_{red} = t\sqrt{3}$, z czego wynika, że niebezpieczna wartość t jest równa $\frac{s_{nieb}}{\sqrt{3}} = 0{,}58 s_{nieb}$, co zgadza się z szeregiem najlepszych pomiarów doświadczalnych Ros'a i Eichingera w Zurychu, Lode'go w Getyndze, Ensslin'a w Esslingen oraz z wynikiem otrzymanym z pomiarów wykonanych z okazji próby wodnej walczaka kotła parowego w r. 1934 przez ówczesnego inżyniera Dozoru Kotłów, a obecnie profesora dra Z. Klębowskiego.

3° Dla rozciągania równomiernego w płaszczyźnie $s_x = s_y = s$, $s_z = 0$ staje się $s_{red} = s$, co również odpowiada wcale dobrze doświadczeniom.

Przechodze do hipotezy, że się tak wyrażę, konkurencyjnej. Jest nią Hipoteza największego naprężenia stycznego propagowana od początku bieżącego stulecia przez Guest'a w Anglii, aczkolwiek tkwiąca już w idei Coulomba, że miarą wytężenia jest kąt odkształcenia postaciowego, jak wiadomo proporcjonalny względem odpowiedniego naprężenia stycznego. W Niemczech powstała ta hipoteza wkrótce po ogłoszeniu jej przez Guest'a jako konsekwencja najprostsza t. zw. teorii Mohr'a wspomnianej już powyżej i cieszącej sie przez wiele lat uznaniem wśród niemieckich inżynierów-badaczy, którzy kierowani, być może, ambicją „zawodową" przeszli do porządku nad wnikliwą krytyką fizyka Voigt'a. Dopiero w czasach ostatnich mnożą się wśród młodszej generacji niemieckich inżynierów-badaczy zdecydowani zwolennicy hipotezy energii postaciowej, propagowanej także w krajach języka angielskiego przez B. P. Haigh'a.

Nad teorią Mohra rozwodzić się nie będę, gdyż o ile jego odwzorowanie stanu napiecia za pomocą kół jest nader cennym nabytkiem wiedzy w dziedzinie mechaniki materii ciągłej, to jego teoria wytrzymałości podzieli zapewne los wielu pomysłów podobnych, jakie się pojawiły tłumnie w literaturze techniczno-naukowej.

Porównanie hipotezy najw. naprężenia stycznego z hipotezą energii postaciowej daje:

1 W przypadku wszechstronnego ściskania naprężeniem stałym p, wynik ten sam dla obu hipotez zgodny z doświadczeniem.

2 W przypadku prostego ścinania $s_1 = -s_2 = t$ prowadzi hipoteza Guesta do związku $t_{nieb} = 0{,}5 s_{nieb}$ zamiast wartości doświadczalnej $0{,}58\, s_{nieb}$, a więc przecenia znacznie wyteżenie przy prostym ścinaniu.

*) Wypowiedziana po raz pierwszy w pracach moich z r. 1903 i 1904, a ogłoszona niezależnie w r. 1913 przez v. Misesa w Niemczech, w 1918 przez H. Hencky'ego w Holandii a w 1921 przez B. P. Haigh'a w Anglii.

**) W przypadkach, gdy naprężenia normalne mają wartości takie, ze s_x, s_y, s_z, jest dodatnie, nasuwa się myśl, że wtedy miarą wytężenia winno być raczej $L_v + L_f$ co było powodem zakomunikowania tej myśli listownie prof. A. Föpplowi przed czterema prawie dziesiątkami lat. Stary niemiecki mistrz mechaniki technicznej pochwycił ją skwapliwie i, jak mi zapowiedział, umieścił ją w najbliższym wydaniu swoich wykładów, dzięki czemu weszła także do pięknego dzieła belgijskiego profesora L. Baes'a (Résistance des matériaux...). Jednakże przekonałem się rychło, że to niepotrzebnie komplikuje ideę pierwotną, gdyz przypadki dodatnich wartości sumy trzech naprężeń normalnych trafiają się w praktyce nader rzadko. Dlatego porzuciłem ją świadomy zresztą tego, że hipoteza nie może mieć pretensji do teorii ścisłej, a tylko czyni zadość potrzebie praktycznej oceny wytążenia głównych metali konstrukcyjnych lepiej, niż wszystkie inne hipotezy o jednej stałej.

3 W przypadku rozciągania równomiernego w płaszczyźnie, t. zn.

$$s_x = s_y = s, \; s_z = 0 \text{ jest } t_{max} = \frac{1}{2}(s_x - s_z) = \frac{s}{2},$$

a więc $s_{red} = s$ jak według hipotezy energi postaciowej.

4 W przypadku prowadzącym powyżej do wzoru (12) jest teraz:

$$s_{red} = \sqrt{s^2 + 4t^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (13)$$

Jak widzimy, hipoteza ścinania ustępuje hipotezie energii postaciowej w przypadkach drugim i czwartym, bardzo ważnymi praktycznie, wykazując odchyłkę wytężenia od wartości doświadczalnej dochodzacą do (0,85—0,50) / 0,58, t. j. ~ 14%, co jest niewątpliwie za dużo przy nowoczesnych wymaganiach dokładności obliczeń konstrukcji lekkich.

Znacznie gorzej przedstawia sie sprawa przystosowaniu hipotezy największego wydłużenia jednostkowego rozpowszechnionej w ciągu niemal 100 lat na kontynencie Europy pod wpływem przemożnego autorytetu Poncelet'a i de Saint-Venant'a, którzy się nią niebacznie posługiwali. Jej idea powstała niewątpliwie z dawniejszego uproszczonego wyobrażenia o budowie molekularnej ciał izotropowych. To wyobrażenie odpowiadało raczej tylko kryształom, w których molekuły, wzgl. atomy są umieszczone w węzłach regularnej siatki krystalicznej. Wtedy bowiem wydłużeniu towarzyszy zwiększenie odległości wzajemnej warstw molekularnych sąsiednich, co wydaje się grozić pokonaniem sił przyciągania miedzycząsteczkowego.

Atoli 1° w materiałach izotropowych, jakimi są np. szkło i t. zw. masy plastyczne („plastyki"), molekuły nie są rozmieszczone regularnie jak w kryształach. 2° Wszystkie metale są zlepkiem kryształków zorientowanych bezładnie, wobec czego działanie sił molekularnych nie może się odbywać według powyższego schematu, lecz jest daleko bardziej złożone. 3° Badania nowoczesne na kryształkach pojedyńczych wykazały, że każdy kryształ obciążony doznaje odkształcenia, gdy naprężenie styczne w przekroju o położeniu ściśle określonym względem osi krystalicznych osiąga pewną wartość krańcową.*)

Stosownie do związków (2) między wydłużeniami sprężystymi a naprężeniami warunek wytrzymałościowy hipotezy największego wydłużenia wymaga w ogóle wyznaczenia naprężeń lub wydłużeń głównych, a następnie zbadania, które z tych wydłużeń jest największe.

W wypadkach trójwymiarowego stanu napiecia są odnośne obliczenia daleko uciążliwsze niż dla obu hipotez poprzednich. W prostym a praktycznie ważnym przypadku płaskiego stanu napięcia określonego naprężeniem normalnym s i stycznym t wynika dla naprężenia sprowadzonego (zastępczego) wzór:

$$s_{red} = \frac{m-1}{2m}|s| + \frac{m+1}{2m}\sqrt{s^2+4t^2},$$

*) To odkształcenie jest właściwie ruchem względnym siatek molekularnych sąsiednich, odbywającym się skokami o długość równą odstępem między molekułami sąsiednimi siatki.

który pokutuje po dziś dzień w wielu podręcznikach technicznych, chociaż jego niezgodność z doświadczeniami stwierdzono już przed półwiekiem prawie. Wstawiwszy bowiem wartość średnią $m = \frac{10}{3}$ dla stali konstrukcyjnej, otrzymujemy:

$$s_{red} = 0{,}35s + 0{,}65\sqrt{s^2+4t^2},$$

a więc wzór daleko więcej złożony od wzorów (12) i (13).

Różnica występuje jaskrawo w przypadku czystego ścinania. Wtedy z wzoru powyższego wynika:

$$s_{red} = 1{,}3t, \text{ a więc } t_{nieb} = \frac{1}{1{,}3}s_{nieb} = 0{,}77\, s_{nieb},$$

podczas gdy doświadczenie daje zgodnie z hipotezą energetyczną $t_{nieb} = 0{,}58\, s_{nieb}$. Hipoteza najw. wydłużenia prowadziła zatem do wartości t_{nieb} o 33% większej od prawdziwej.

Jeszcze gorzej przedstawia się konsekwencja tej hipotezy w przypadku wszechstronnego ściskania ciśnieniem p. Wtedy:

$$s_{red} = s_1 - \frac{1}{m}(s_2 \times s_3) = -p\left(1 - \frac{2}{m}\right),$$

$$\text{a więc np. przy } \frac{1}{m} = 0{,}3 \text{ byłaby } |s_{red}| = 0{,}4\,p,$$

$$\text{czyli } p_{nieb} = 2{,}5\, s_{nieb},$$

podczas gdy doświadczenie wyznacza zamiast współczynnika 2,5 liczbę przynajmniej setki razy większą!

Czy wobec tego nie należałoby już skończyć raz na zawsze z umieszczaniem tych wzorów w podręcznikach dla konstruktorów i poprzestać na krytycznej wzmiance historycznej? To by przecież oszczędziło wiele zmarnowanej pracy obliczeniowej techników praktycznych, dla których podrecznik w rodzaju „Mechanika" jest jedynym źródłem informacji w tych sprawach.*)

W ramach artykułu niniejszego nie podobna rozpatrywać paru spośród hipotez najnowszych, jak np. *Wł. Burzyńskiego* profesora lwowskiego i *F. Schleichera* profesora berlińskiego, którzy usiłowali objąć i inne materiały, ponieważ dotąd jeszcze nie widać ich uzgodnienia z badaniami doświadczalnymi.

Natomiast nie mogę pozostawić bez wzmianki wyników licznych prac doświadczalnych, wykonywanych z wielką pilnością przez całą pleiadę inżynierów-badaczy niemieckich. których przedstawicielami głównymi są O. Föppl profesor w Brunświku i A. Thum profesor w Darmstacie. Oni kontynuują badania „wytrzymałości na znużenie (zmeczenie)" rozpoczęte na wielką skalę w Wielkiej Brytanii i U. S. A. w okresie pierwszej wojny światowej, ujmując je w sposób swoisty,

Prace te przeznaczone przede wszystkim do uzyskania reguł obliczeniowych dla części maszyn

**) Dlatego częste nowe wydania takich podręczników są równie pożądane, jak książki naukowe specjalne.

niedostępnych badaniu ścisłemu przez teorię sprężystości, pozostają niejako po drugiej stronie bariery rozdzielającej obszar badań teoretycznych od obszaru badań doświadczalnych, nie usiłując na razie zbudować pomostu pożądanego, łączącego oba obszary. To też wyprowadzone z nich wskazówki obliczeniowe nie dają się na pozór pogodzić z obliczeniami opartymi na teorii sprężystości i hipotezie wytrzymałościowej prowadząc często do rozbieżności na pozór dość znacznych. Nic w tym dziwnego ze stanowiska zajętego na początku artykułu niniejszego, że hipotezy wytrzymałościowe nie wystarczają do ścisłej oceny wytężenia ciała danego, jeżeli obszary niebezpieczne w nim są zbyt małe. Bliższe rozpatrzenie tych spraw nader ważnych ze stanowiska techniczno-naukowego wymaga artykułu odrębnego. Tutaj przytoczę jeszcze kilka głównych wzorów obliczeniowych, opartych na hipotezie energii postaciowej:

1. Zgięcie belki dwuteowej cienkościennej danym momentem M i siłą tnącą T. Obliczywszy w miejscu niebezpiecznym złączenia ścianki z pasem (wzgl. półką) według wzorów znanych wartość naprężenia zginającego s i naprężenia tnącego t, znajdujemy naprężenie zastępcze:

$$s_{red} = \sqrt{s^2 + 3t^2} \leqq k_r \text{ (ciągnienie bezpieczne).}$$

2. Zgiecie wału okrągłego momentem M ze skręceniem momentem M_0. Obliczenie przekroju wykonywamy zwykle według wzoru teorii zginania sprężystego na podstawie momentu sprowadzonego:

$$M_{red} = \sqrt{M^2 + 3/4\, M^2_0}$$

3. Rura grubościenna o promieniu wewnetrznym danym a pod ciśnieniem wewnetrznym P zamknięta dnami. Potrzebny promień zewnętrzny b określa wzór:

$$b = a \sqrt{\frac{k_r}{k_r - p_w \sqrt{3}}}$$

gdzie Kr jest wartością bezpieczną ciągnienia.

Oznaczenie strat mechanicznych w silnikach spalinowych

Prof. dr. inż. J. DOWKONTT

Sposoby wyznaczania strat mechanicznych w silniku spalinowym. — Szczegółowa analiza rachunkowa strat mechanicznych: podział strat, pomiar strat i kreślenie wykresów. — Zastosowanie opisanej metody.

Dotychczasowe sposoby wyznaczania strat mechanicznych w silniku spalinowym są następujące:

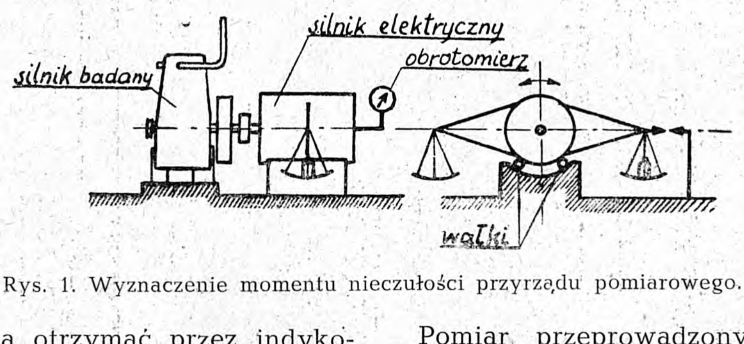
a) przez bilans cieplny,
b) przez indykowanie silnika,
c) przez naped silnika z wyłączonym zapłonem i pomiar momentu napędzającego.

Wszystkie te trzy metody są niedokładne, a zwłaszcza przy bilansie cieplnym powstają duże błędy, całkowicie przekreślające jej stosowanie, gdyż straty mechaniczne, zawsze zamienione na ciepło, ujawniające się w podniesieniu temperatury czynnika smarującego i powierzchnie metalowe współpracujące, są w ogromnej cześci pobierane przez czynnik chłodzący cylindry i zatracają się w pozycji chłodzenia.

Lepsze wyniki można otrzymać przez indykowanie, przy czym przybliżenie pomiaru zależy od stopnia dokładności indykatora. Im większa jest ilość obrotów silnika, tym są większe trudności otrzymania właściwego wykresu pracy, a zatem zakres stosowania tej metody ograniczyć trzeba do silników wolnobieżnych.

Najbliższe rzeczywistości cyfry, charakteryzujące wielkość strat mechanicznych, można otrzymać przez pomiar momentu obracającego silnik przy wyłączonym zapłonie. Stoisko pomiarowe w tym wypadku musi być wyposażone w silnik elektryczny prądu stałego umocowany wahliwie, aby moment reakcyjny osłony można było równoważyć układem dzwigni o stałej długości z szalką do nakładania koniecznych do równoważenia ciężarków (odważników). Moment nieczułości własny przyrządu pomiarowego, wynikający z oporów wahliwego osadzenia silnika elektrycznego, łatwo jest wyznaczyć i w pomiarze uwzględnić.

Pomiar należy przeprowadzać przy temperaturach oleju i ich rozmieszczeniu w silniku możliwie zbliżonych do występujących podczas biegu silnika spalinowego pod obciążeniem.



Rys. 1. Wyznaczenie momentu nieczułości przyrządu pomiarowego.

Pomiar przeprowadzony w opisany sposób jest obciążony błędem nieuwzględnienia wpływu wysokich ciśnień spalania, gdyż silnik pracuje bez zapłonu, oraz przesuwa stratę pętlicy wydechu i ssania, która powinna zawierać się w stratach indykowanych do strat mechanicznych.

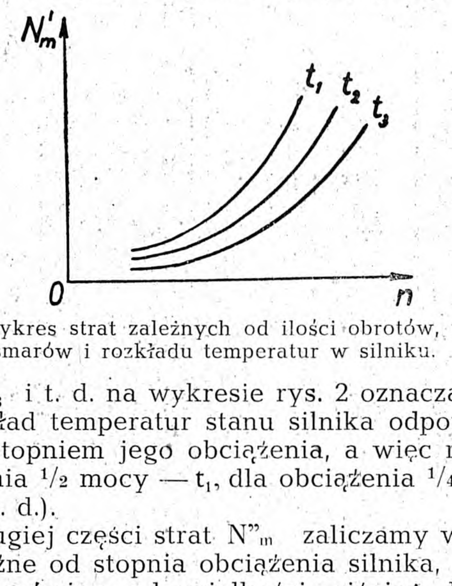
Dalsze przybliżenie się do rzeczywistości wymaga szczegółowej analizy strat mechanicznych

przez rozpatrzenie osobnych grup tych strat. Tak naprzykład przy dokładnym określaniu sprawności mechanicznej silnika jednocylindrowego Ricardo typ „Burt", z rozrządem suwakowym, 4-suwowy, przeprowadzono następujące rozumowanie:

Straty mechaniczne, które można w czasie przedstawić jako moc strat N_m w silniku spalinowym o rozrządzie suwakowym można rozbić na dwie części: $N'_m = N'_m + N''_m$

Do części pierwszej N'_m zaszeregowujemy straty zależne (przede wszystkim) od ilości obrotów, od wiskozy smaru i rozkładu temperatur w silniku. Do tej grupy, określając bliżej, zaliczamy opory zgarniania oleju z gładzi cylindrowych, straty wentylacyjne, straty napędu pompy olejowej, rozdzielacza i innych zespołów pomocniczych. Straty te, jak widać, nie są zależne od obciążania silnika i wobec tego: przy stałej ilości obrotów, (w pierwszym przybliżeniu) stałej temperaturze smaru i płaszcza wodnego są wielkością stałą. To znaczy: $N'_m = f\ (n,\ t)$.

Pomiar tych strat N'_m jest możliwy przez określenie mocy napędu luzem silnika przy zdjętej głowicy, przy czym dla zbliżenia się do warunków rzeczywistych, jak już wspomniano, temperaturę oleju w poszczególnych miejscach silnika trzeba utrzymywać sztucznie na poziomach ustalonych podczas pracy silnika przy różnych jego obciążenich. Wyniki tego pomiaru można zestawić w tabelę i wykres (rys. 2) (temperatury



Rys. 2. Wykres strat zależnych od ilości obrotów, wiskozy smarów i rozkładu temperatur w silniku.

t_1, t_2, t_3 i t. d. na wykresie rys. 2 oznaczają pewien układ temperatur stanu silnika odpowiadającego stopniem jego obciążenia, a więc np. dla obciążenia $1/2$ mocy — t_1, dla obciążenia $1/4$ mocy — t_2 i t. d.).

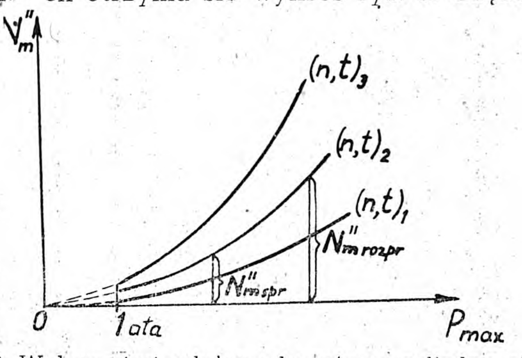
Do drugiej części strat N''_m zaliczamy wszystkie zależne od stopnia obciążenia silnika, a właściwiej mówiąc od wielkości ciśnień P nad tłokiem: $N''_m = S\ (P)_{n,t}$.

Strata ta zależy też od współczynników tarć na poszczególnych powierzchniach pracujących, które jednak są przede wszystkim funkcją wiskozy smaru i przy stałych temperaturach można je uznać za stałe.

Przy założeniu przebiegu krzywych sprężania i rozprężania w cylindrze można N''_m przedstawić jako funkcję ciśnienia najwyższego:

$$N''_m = f\ (P_{max})_{n,t}.$$

Moc tych strat na jeden suw można otrzymać, oczywiście przy zachowaniu ustalonych warunków stałości obrotów i temperatur, mierząc moc napędu z zewnątrz silnika, który spręża i rozpręża np. powietrze. Dla umożliwienia dowolnej zmiany P_{max}, do okna wlotowego trzeba doprowadzić powietrze sprężone z butli. Maksymalne ciśnienie we wnętrzu cylindra odczytuje się przy pomocy maksymanometru, a ponieważ pomiary są porównawcze, przeto wartości bezwzględne wskazań tego aparatu nie wpływają na wynik. Dla wyeliminowania bardzo trudnej do wyznaczenia pętlicy pracy dodatniej w czasie sum ssania należy wykonać specjalny suwak, który zamiast szczeliny ssącej będzie posiadał b. mały otworek w pobliżu D.M.P. i pozbawiony zupełnie szczeliny wydechowej. Odczyt dynamometru należy zmniejszyć o wielkość N'_m przez odjęcie jej i wynik podzielić przez 4, aby odnosił się do jednego suwu. Jako rezultat opisanych pomiarów i wyliczeń otrzyma się wykres rys. 3. Część wy-



Rys. 3. Wykres strat zależny od gazów w cylindrze silnika.

kresu zawartą pomiędzy zerem i 1 at, można wrysować przez interpolację otrzymanych krzywych, wiedząc, że przechodzą one przez zero.

Widać zatym, że straty zależne od siły gazów w cylindrze N''_m będą się składały z dwóch pozycyj, jako suma strat w czasie suwu sprężania $N''_{m\ spr}$ i suwu rozprężania $N''_{m\ rozpr}$:

$$N''_m = N''_{m\ spr} + N''_{m\ rozpr}$$

Będąc w posiadaniu takich dwóch wykresów można w czasie normalnej pracy silnika przy obciążeniu każdorazowo dokładnie określić jego straty mechaniczne. A mianowicie z wykresu rys. 2 dla danego zakresu obciążenia silnika, t. zn. mając dane obroty i charakterystyczną temperaturę, określamy wartość mocy strat niezależnych od siły gazów — N'_m. Następnie, odczytując na maksymanometrze najwyższe ciśnienie wybuchu, odnajdujemy z rys. 3 straty zależne od siły gazów w czasie suwu rozprężenia $N''_{m\ rozpr}$, a gdy na chwilę wyłączy sie zapłon, odczytujemy najwyższe ciśnienie sprężania, co umożliwi nam odszukanie odpowiednich strat, przypadających na suw sprężania. Sumując te trzy wartości otrzymamy cyfrę mocy strat mechanicznych w danej chwili.

W rozważaniu powyższym zaniedbano wpływ nacisków przy suwie ssania i wydechu, przy których następujące w cylindrze ciśnienia w porównaniu do panujących przy sprężaniu i rozprężaniu są b. małe. Często źródłem błędów są odmienne wykładniki krzywych sprężania i rozprężania przy cechowaniu silnika powietrzem i przy pracy rzeczywistej.

Zastosowanie opisanej metody może służyć między innymi do pomiarów strat spowodowanych pętlicą ssania i wydechu przy silnikach 4-suwowych, do pomiaru oporów ruchu tłoka po gładzi cylindrowej w zależności od zmiennego obciążenia, do określenia rzeczywistej sprawności indykowanej i t. p.

Obliczanie zmęczeniowe części maszynowych

Dr Inż. WACŁAW MOSZYŃSKI, Profesor Politechniki Warszawskiej.

P. Profesorowi M. T. HUBEROWI poświęcam.

Rys historyczny. — Pojęcia podstawowe: własności wytrzymałościowe — współczynniki kształtu wrażliwości na karby, spiętrzenia naprężeń (wpływ stanu powierzchni), wielkości przekroju, rzeczywisty współczynnik bezpieczeństwa. — Proste przypadki obliczeń zmęczeniowych. — Obliczenia zmęczeniowe w wypadku naprężeń złożonych. Wpływ zjawisk zmęczeniowych na konstrukcję części maszyn. — Uwagi końcowe.

1. *Rys historyczny.*

Dawne obliczenia wytrzymałościowe oparte były wyłącznie na próbie statystycznej. Pierwsze próby wytrzymałości przy zmiennych obciążeniach dokonane były w Niemczech w 1848 r. przez Alberta; dotyczyły one wytrzymałości łańcuchów kopalnianych. W Anglii od 1837 r. zarysowuje się pogląd (Hodgkinson, a w r. 1848 i Thomson), iż powtarzające się naprężenia powodują zniszczenie części maszynowych przy wartościach znacznie niższych, niżby to wynikało z próby statystycznej. Dla zbadania tej sprawy wyłoniono komisję; było to związane z pierwszymi próbami zastosowania żelaza do budowy mostów kolejowych. W r. 1860 typowo zmęczeniowe badania materiałów rozpoczyna w Anglii Fairbairn, w Niemczech zaś, w r. 1857, Wöhler, który wyniki swych prac ogłosił w r. 1870. Punktem wyjścia dla badań tych było nagminne pękanie osi wagonowych, obliczanych do tego czasu na podstawie próby statystycznej. Wöhler wyprowadził empiryczny wzór podstawowy, określający zależność między najwyższą wartością s_{max}*) naprężeń zmiennych, a amplitudą s_a ich wahań:

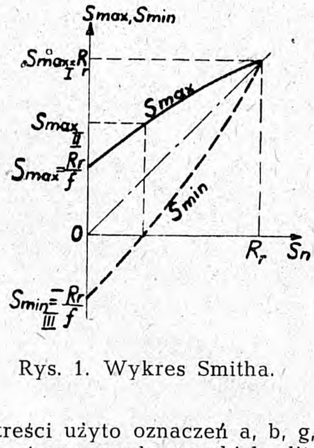
$$s_{max} = s_a + \sqrt{R_r^2 - f \times R_r \times s_a}\,; \quad \ldots\ldots (1)$$

f jest współczynnikiem liczbowym, równym 2,84 dla stali miękkiej i 3,32 dla średnio twardej; R_r jest doraźną wytrzymałością przy rozciąganiu. Wzór powyższy można przekształcić na inny:

$$s_{max} = s_m \left(1 - \frac{s_m}{f \times R_r}\right) + \frac{R_r}{f}, \quad \ldots\ldots (2)$$

w którym $s_m = s_{max} - s_a$ jest naprężeniem średnim; odpowiada mu znany wykres Smitha, obejmujący i drugą, dolną gałęź.

$$s_{min} = s_m \left(1 + \frac{s_m}{f \times R_r}\right) - \frac{R_r}{f} \quad \ldots\ldots (3)$$



Rys. 1. Wykres Smitha.

*) W dalszej treści użyto oznaczeń a, b, g, p, h, q, s i t, zamiast zawsze stosowanych greckich liter alfa, beta, gamma, delta, eta, ro, sigma i tau.

Łatwo stwierdzić, iż przy obciążeniach stałych (I-szy wypadek) $s_{max\,I} = s_m = R_r$, przy obciążeniach tętniących (II-gi wypadek)

$$s_{max\,II} = 2s_m = (\sqrt{f^2 + 4} - f)\, R_r, \quad \ldots\ldots (4)$$

przy zmiennych zaś (III-ci wypadek), gdy $s_m = 0$

$$s_{max\,III} = \frac{R_r}{f} \quad \ldots\ldots (5)$$

Ujmując te wyniki w tabelę, znajdziemy:

Wypadek obciążenia	I	II	III
stal miękka . . .	$s_{max} = R_r$	0,63 R_r	0,35 R_r
stal średnio twarda	$s_{max} = R_r$	0,55 R_r	0,3 R_r

Jak widzimy, spółczynniki przy R_r są dość bliskie przyjętym przez Bacha wartościom względnym 1, $^2/_3$ i $^1/_3$. Idąc po linii najdalej posuniętych uproszczeń, przyjął on jednolite wartości spółczynników bezpieczeństwa x_R w stosunku do R_r, wynoszących — w tych trzech wypadkach obciążeń — 4, 6 i 12, ustalając dla wszystkich metali ciągliwych naprężenie dopuszczalne przy rozciąganiu, ściskaniu i zginaniu równe:

$$k_r = k_c = k_g = \frac{R_r}{x_r}, \quad \ldots\ldots (6)$$

przy ścinaniu, dla k_t, 4/5 tych wartości, przy skręcaniu zaś, dla k_s, od 2/5 do 4/5. Odnośne tablice, opracowane przez Bacha, dzięki swej niezwykłej prostocie, osiągniętej przez daleko posuniętą schematyzację, rozpowszechniły sie szeroko na kontynencie i stały się podstawą obliczeń wytrzymałościowych dla paru pokoleń konstruktorów.

—::—

Następuje dłuższy okres zastoju, zrzadka tylko przerywany nielicznymi badaniami, dokonywanymi w Anglii nad mechaniką pęknieć (1900 — Ewing, Rosenhain, Humfrey, Gilchrist) i nad histerezą odkształceniową (1910 — Bairstow). Od tego czasu ilość badań nad zmęczeniem metali ulega znacznemu powiększeniu, zwłaszcza od czasu wojny 1914—1918 r., dzięki wielkiemu rozwojowi automobilizmu i lotnictwa. Na czoło wysuwają się badacze: w Anglii — Gough, Haigh, Hanson, w Stanach Zjednoczonych Ameryki — H. Moore i Kommers, Mac Adam i R. Moore, w Niemczech i Austrii Ludwik, oraz od r. 1925 — Graf, Thun, Lehr i inni, we Francji Cazaud. Rozszerza sie i zakres badań, obejmując oddziaływanie innych czynników na wytrzymałość zmęczeniową części maszynowych, jak ich kształt i stan powierzchni. Liczne badania nagromadziły dość obfity materiał, pozwalający na podjęcie pierwszych prób zastosowania ich do praktycznych obliczeń wytrzymałościowych. Dotychczas jed-

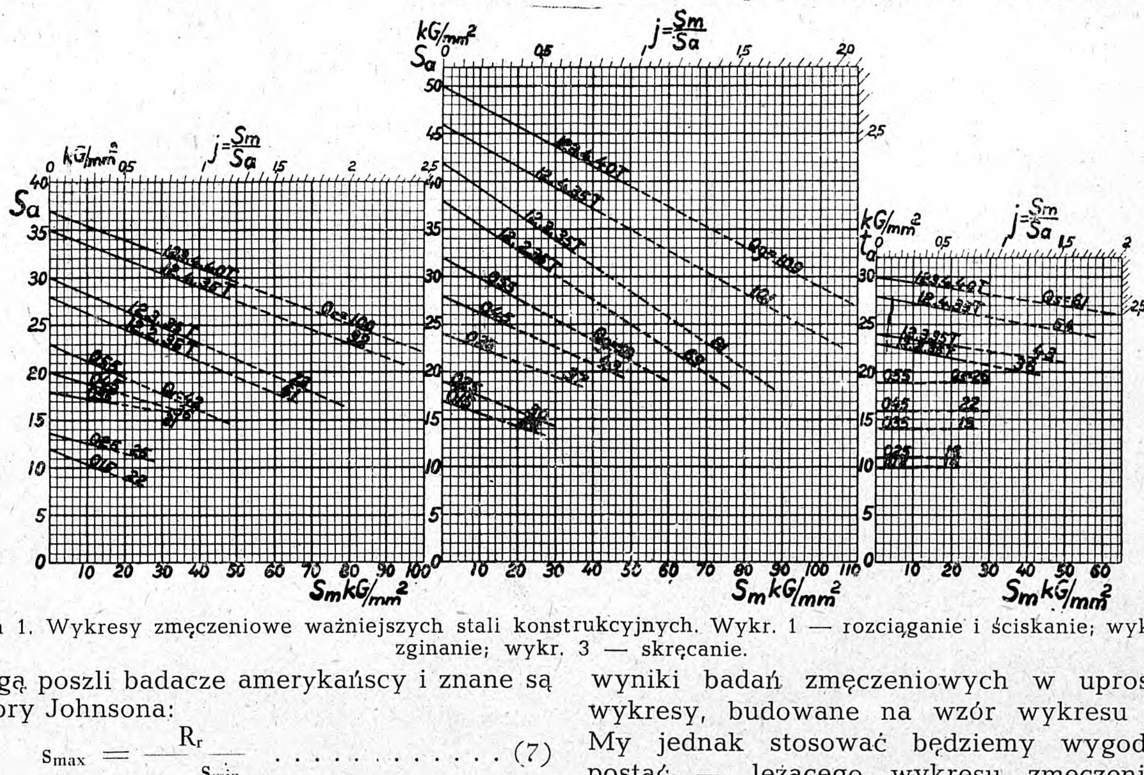
nak brak jest syntezy, która byłaby ujęła wyniki tych badań podobnie, jak przed kilkudziesięciu laty uczynił to Bach z wynikami badań Wöhlera.

2. Pojęcia podstawowe.

Czynnik kształtu, o którym wspomnieliśmy, odgrywa tak ważną rolę w wytrzymałości zmęczeniowej części maszynowych, iż często mówi się o ich wytrzymałości zmęczeniowo-kształtowej. Niezwykle ważny jest wspomniany również czynnik stanu ich powierzchni, jak wreszcie i czynnik wielkości tych części maszynowych, lub, ściślej, ich przekroju czynnego. Trzy te czynniki w sposób dość uwikłany wiążą się ze sobą i nadewszystko z czwartym, najważniejszym czynnikiem, jakim jest materiał, z którego części te są zrobione. Rozpatrzymy kolejno wszystkie te czynniki.

a) Właściwości wytrzymałościowe dowolnego materiału, stosowanego w budowie maszyn, wystarczająco — dla celów konstrukcji — określone są przez: jego najniższą wytrzymałość przy rozciąganiu R^r_{min} kG/cm², najniższe wydłużenie $A_{10\,min}$ lub $A_{5\,min}$, najniższą wartość granicy płynności Q_{rmin} kG/cm², o ile jest ona dostatecznie wyraźnie uchwytna, oraz przez wytrzymałość zmęczeniową Z_{go} kG/cm², wyznaczoną w jej wartości średniej przy obustronnym zginaniu wzorcowej, doskonale polerowanej, próbki, zwykle o średnicy 10 mm.

Na podstawie tych danych usiłowano tworzyć proste wzory, które pozwalałyby obliczać najwyższe dopuszczalne naprężenie s_{max} przy danym stosunku $\frac{s_{min}}{s_{max}}$ naprężeń, zawsze łatwym do wyznaczenia, gdyż równym założonemu stosunkowi sił obciążających $\frac{P_{min}}{P_{max}}$ lub momentów $\frac{M_{min}}{M_{max}}$.



Tablica 1. Wykresy zmęczeniowe ważniejszych stali konstrukcyjnych. Wykr. 1 — rozciąganie i ściskanie; wykr. 2 — zginanie; wykr. 3 — skręcanie.

Tą drogą poszli badacze amerykańscy i znane są np. wzory Johnsona:

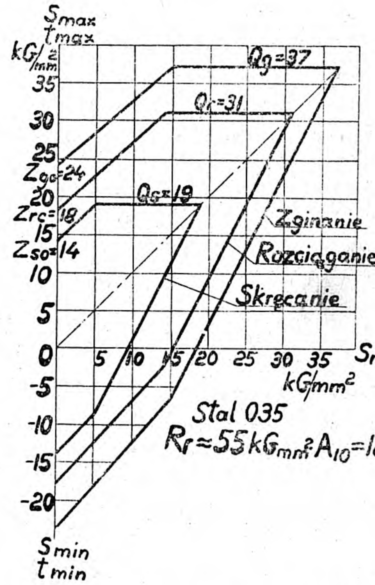
$$s_{max} = \frac{R_r}{2 - \frac{s_{min}}{s_{max}}} \quad . . . . (7)$$

dla stali rozciąganej, wzory Kommersa

$$s_{max} = \frac{3Z_{rc}}{2 - \frac{s_{min}}{s_{max}}}, \text{ wzgl. } s_{min} = \frac{6Z_{rc}}{1 - 5\frac{s_{max}}{s_{min}}}$$

dla żeliwa — przy przewadze rozciągania, wzgl. ściskania, oraz wzór Moora i Kommersa dla stali

$$t_{max} = \frac{2Z_{so}}{1 - \frac{t_{min}}{t_{max}}} \text{ przy skręcaniu; . . . (9)}$$



Rys. 2. Wykres zmęczeniowy stali 035 przy rozciąganiu, i ściskaniu, przy zginaniu, oraz przy skręcaniu.

Z_{rc} i Z_{so} są wytrzymałością zmęczeniową przy zmiennym rozciąganiu — ściskaniu i przy skręcaniu; przez *t* ogólnie oznaczamy naprężenia styczne.

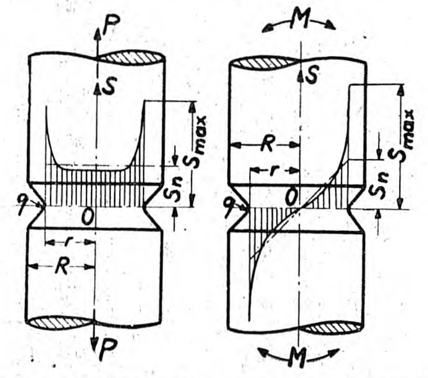
Niemieccy badacze poszli inną drogą, ujmując wyniki badań zmęczeniowych w uproszczone wykresy, budowane na wzór wykresu Smitha My jednak stosować będziemy wygodniejszą postać — leżącego wykresu zmęczeniowego, pomijając zbędne, jak zobaczymy, zamykanie go linią Q i zastępując to podaniem — przy

linii wykresowej — liczbowej wartości. Tabl. 1 przedstawia trzy ujęte w ten sposób wykresy zmęczeniowe szeregu stali konstrukcyjnych, węglowych i stopowych, przy rozciąganiu, zginaniu i skręcaniu; podają one bezpośrednio zależność między naprężeniem średnim s_m, wzgl. t_m i odpowiadającym mu n a p r ę ż e n i e m o d c h y l e n i o w y m (amplitudą wahań) s_a wzgl. t_a. Możliwe w tej postaci wykresu zwiększenie podziałki rzędnych — w porównaniu z podziałką odciętych — zwiększa dokładność obliczeń.

b) C z y n n i k k s z t a ł t u jest bardziej złożony. W elementarnej wytrzymałości pomija się wpływ nieciągłości kształtu na rozkład naprężeń w obszarze przekroju niebezpiecznego, przyjmując, iż jest on równomierny przy czystym rozciąganiu i ściskaniu, wzgl. liniowo zmienny przy zginaniu (również przy skręcaniu przekrojów kołowo-symetrycznych). W rzeczywistości wszelka nieciągłość kształtu tworzy t .zw. karb, wywołujący miejscowe spiętrzenie naprężeń. Gdyby materiał był doskonale sprężysty, szczytowe naprężenie byłoby:

$$s_{max} = a_k \times s_n \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (10)$$

gdzie $s_n = \frac{P}{F}$, wzgl. $\frac{M_g}{W_x}$ jest naprężeniem nominalnym, jakie miałoby miejsce, gdyby karbu nie było; a_k — jest s p ó ł c z y n n i k i e m k s z t a ł t u danego przedmiotu w danych warunkach obciążenia; jest on bowiem naogół inny w wypadku np. rozciągania i zginania tego samego przedmiotu. Obrazowo przedstawia to rys. 3 na przykładzie okrągłego pręta o promieniu R,



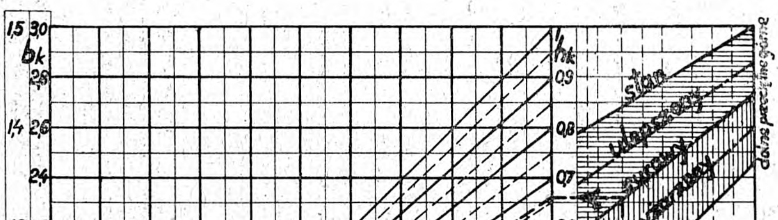
Rys. 3. Spiętrzenia naprężeń wywołane obecnością karbu: a — przy rozciąganiu, b — przy zginaniu.

c) W rzeczywistości jednak materialy stosowane w budowie maszyn nie są doskonale sprężyste; rzeczywiste nadwyżki są niższe, nizby to wynikało z zależności (10), i wynoszą

$$s_{max} = b_k \times s_n, \text{ gdzie} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (11)$$

$$b_k = 1 + (a_k - 1)\, h_k \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (12)$$

jest s p ó ł c z y n n i k i e m d z i a ł a n i a k a r b u, h_k — s p ó ł c z y n n i k i e m w r a ż l i w o ś c i danego materiału na d z i a ł a n i e k a r b u; dla materiału doskonale sprężystego $h_k = 1$, dla zupełnie niewrażliwego na działanie karbu (własność tę posiada np. żeliwo maszynowe) $h_k = 0$. Tabl. 3 wykr. 1 pozwala wyznaczyć orientacyjne h_k wartości dla ważniejszych stali konstrukcyjnych, uwzględniając stan ich obróbki cieplnej, oraz wprost wyznaczyć b_k, wychodząc ze znale-



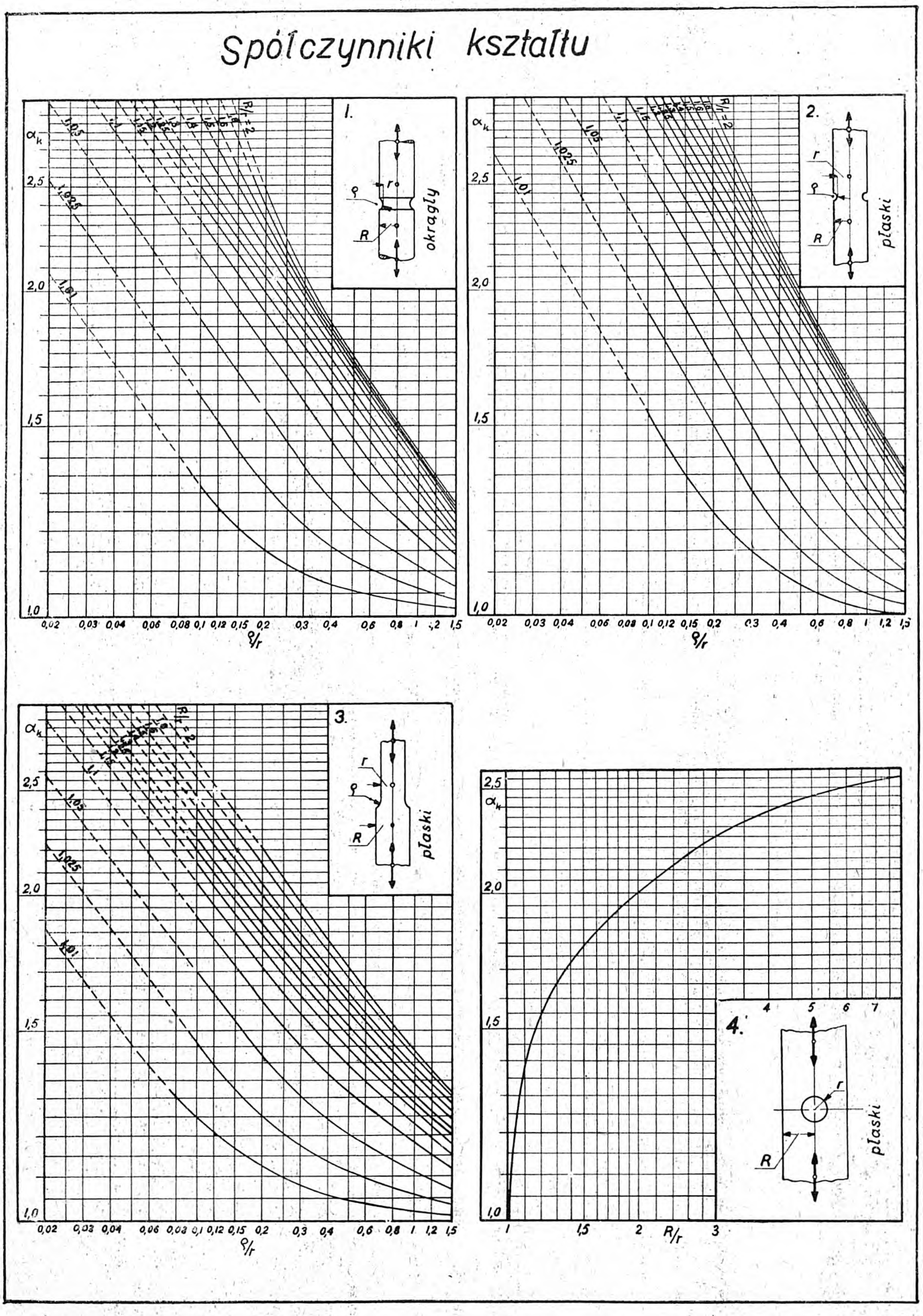
Tabl. 3, wykres 1. Wartości spółczynników hk i bk dla różnych odmian stali konstrukcyjnych. *Przykład.* Dane: ak = 1,72, stal 035w stanie surowym. Z wykresu, prowadząc grubiej przeciągnięte linie kreskowe, znajduje się: hk = 0,66 (przeciętnie) i bk = 1,48.

osłabionego przez obrączkowe wtoczenie o promieniu r, wykazujące u dna promień zaokrąglenia q. Wartość spółczynnika a_k nie zależy od wielkości przedmiotu, lecz tylko od jego kształtu, a więc od stosunków q/r i R/r. Tabl. 2 przedstawia szereg wykresów, pozwalających wprost wyznaczać spółczynniki a_k w różnych wypadkach postaci karbu i warunków obciążenia.

zionej wartości a_k. Należy tu jeszcze zaznaczyć, iż w wypadku ostrego karbu, gdy q posiada bardzo małe wartości, przyjąć możemy dlań wartość obliczeniową

$$q' = q + q_o \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (13)$$

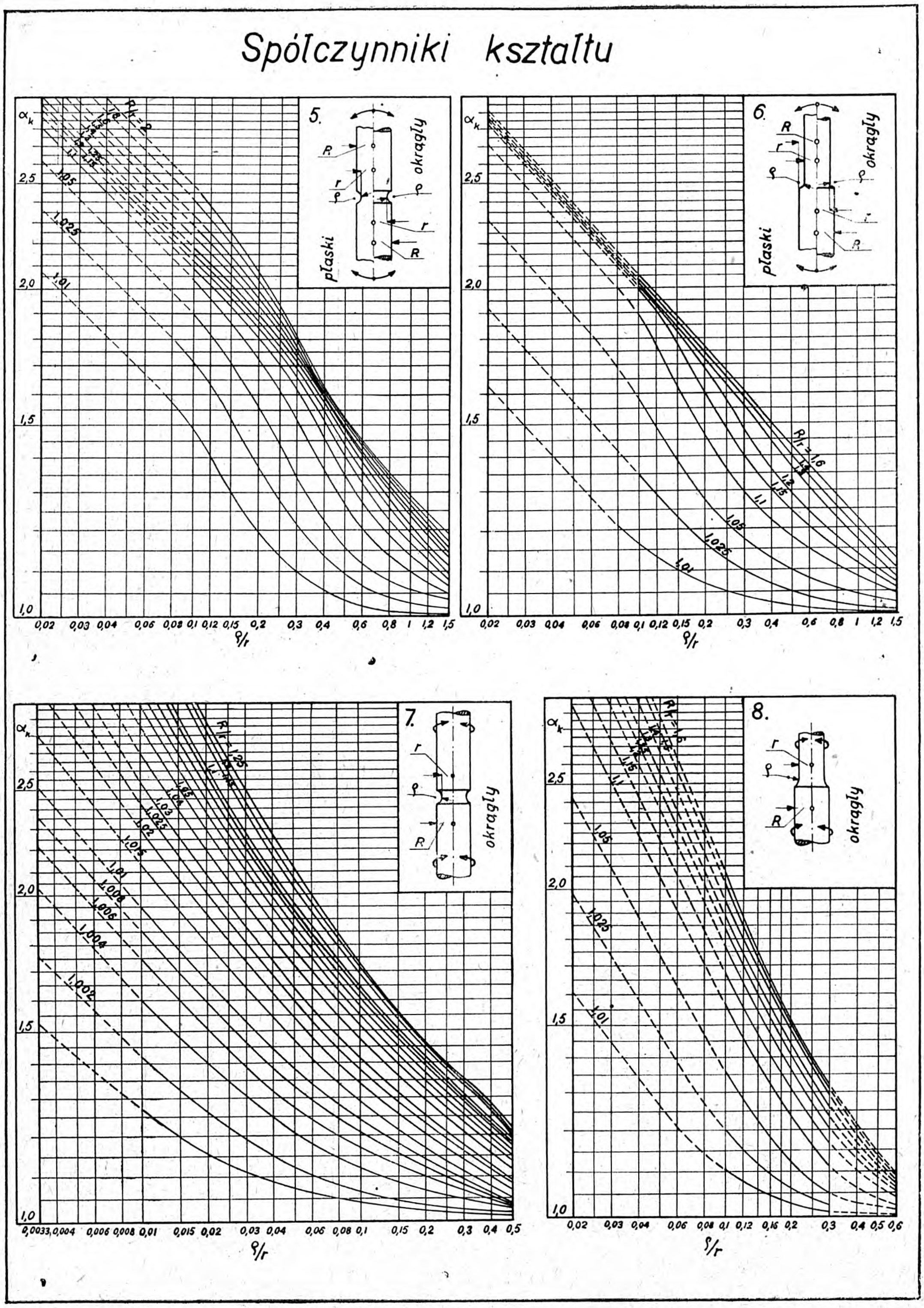
gdzie q jest wprowadzoną przez Neubera graniczną wartością promienia zaokrąglenia, zależną



Tabl. 2a. Spółczynniki kształtu $a_{k_{\sigma}}$ próbek rozciąganych (wykresy 1—4), w zależności od stosunku q/r i R/r[1]).

od materiału, której w dół przekroczyć nie możemy; tabl. 3 wykr. 2 podaje jej wartosci dla ważniejszych stali konstrukcyjnych, obliczone wg wyników badań wytrzymałości zmęczeniowej próbek wykazujących ostry karb. Przy większych wartościach q składniki q_0 można pomijać, zwiększając pewność obliczeń.

d) Stan powierzchni próbki zmęczeniowej gładkiej, t.j. nie wykazującej widocznego karbu, obniża jej wytrzymałość zmęczeniową, o ile odbiega od stanu doskonale polerowanej powierzchni próbki wzorcowej. W grę wchodzi tu oczywiste działanie drobniuchnych karbów, wywołanych czy to śladami obrabiającego narzędzia, czy też trawieniem. Jedynie w wypadku próbek surowych z naskórkiem walcowniczym w grę wchodzą nie tylko nierówności powierzchni, lecz również rzeczywiste obniżenie wytrzymałości odwęglonej powierzchniowej warstwy metalu; ten jednak wypadek rzadko zachodzi w gotowych częś-

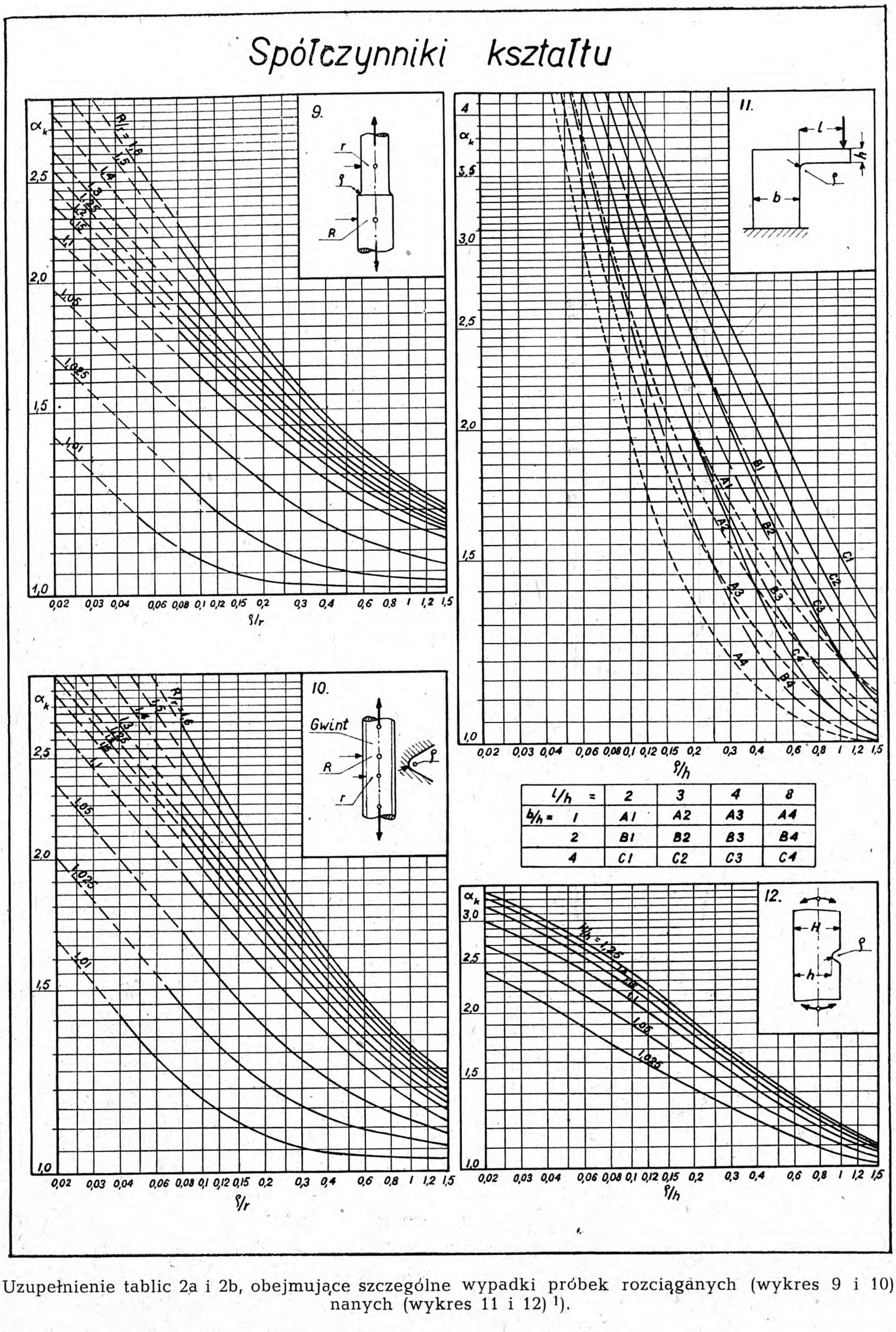


Tabl. 2b .Spółczynniki kształtu a_k próbek zginanych (wykresy 5—6), oraz skręcanych (wykresy 7—8) w zależności od stosunku ϱ/r i R/r [1]).

ciach maszynowych. Na niedoskonały stan powierzchni patrzeć więc możemy tak samo, jak na drobniuchne karby (mikrokarby), istniejące niezależnie od dużych karbów (makrokarbów). Wykr. 3 z tabl. 3 pozwala bezpośrednio określić wartość spółczynnika b_p stanu powierzchni w szeregu typowych wypadków — dla kilku ważniejszych stali maszynowych — przy rozciąganiu i zginaniu, oraz nieco niższe wartości b'_p — przy skręcaniu; mielibyśmy:

$$s = b_p \times s_n \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (14)$$

e) Jednocześnie uwzględnienie łącznego oddziaływania obydwóch czynników b_k i b_p nie jest łatwe. W każdym razie przyjęcie wprost iloczynu ich, jak to czynią niektórzy badacze niemieccy, byłoby niewłaściwe, gdyż przeceniałoby wydatnie ich łączne działanie osłabiające. Stając na gruncie podobieństwa przyczyn tego osłabienia, t. j. obecności karbów, różniących się jedynie skalą wielkości, dojść musimy do przekonania, że dodatkowy wpływ jakiejś rysy, wywołanej np. trawieniem, będzie stosunkowo mniejszy,



Tabl. 2c. Uzupełnienie tablic 2a i 2b, obejmujące szczególne wypadki próbek rozciąganych (wykres 9 i 10) oraz zginanych (wykres 11 i 12) [1]).

o ile rysa ta znajduje się na dnie głębokiego karbu, który sam przez się osłabia rozpatrywany przedmiot, niż gdyby tego karbu nie było. Nasuwa się tu oczywista konieczność wprowadzenia nowego **współczynnika b spiętrzenia naprężeń**, któryby mógł wyznaczyć istotne, wypadkowe:

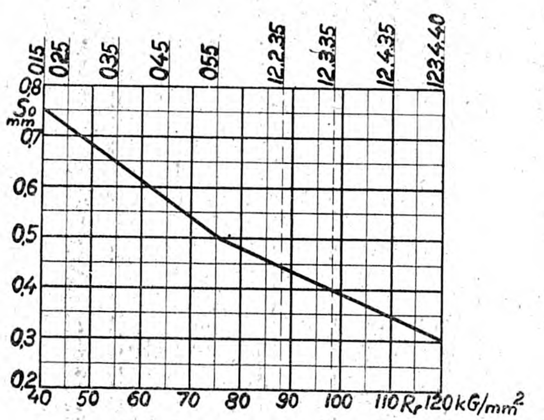
$$s_{max} = b \times s_n , \qquad (15)$$

przy czym czysto intuicyjnie przyjąć można byłoby:

$$b \approx b_w + \frac{b_m - 1}{b_w}, \qquad (16)$$

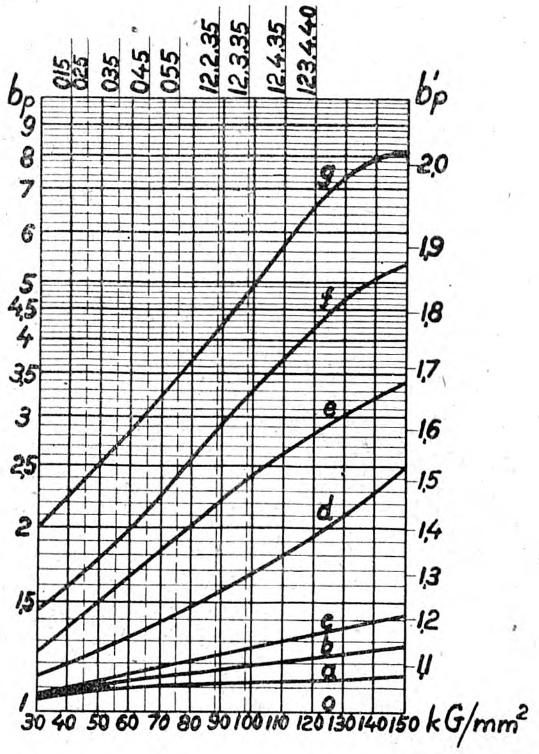
gdzie b_w i b_m są większym i mniejszym ze współczynników b_k i b_w .

[1]) Na wykresach podanc greckie litery, w tekście zastąpiono je odpowiednimi literami łacińskimi.



Tabl. 3, wykr. 2. Wartości graniczne $^0/_0$ promienia krzywizny karbu dla różnych stali konstrukcyjnych.

f.) Wpływ czynnika wielkości przekroju przedmiotu był dotychczas mniej wszechstronnie zbadany. Dostępne wyniki doświadczeń pozwoliły jednak uchwycić wpływ tego czynnika, jak również czynników ubocznych — wytrzymałości materiału i spółczynnika kształtu z dostateczną dla praktycznych obliczeń dokładnością. Ujęto wszystko to w wygodną postać wykresu 4 z tabl. 3, który umożliwia wyznaczenie spółczynnika g_z, wychodząc z wytrzymałości zmęczeniowej Z_{go} materiału, znalezionej wartości a_k spółczynnika kształtu i średnicy d wzgl. przekroju F przedmiotu. Spółczynnik g_z wielkości przedmiotu jest większy od jedności; określa on, ile razy zmniejszy się wytrzymałość zmęczeniowa przedmiotu wskutek zwiększenia jego rozmiarów



Tabl. 3, wykr. 3. Wartości spółczynnika stanu powierzchni. b_p — przy zginaniu lub przy rozciąganiu i ściskaniu, b'_p — przy skręcaniu dla różnych stali konstrukcyjnych przy powierzchni próbek: o — polerowanej, a — szlifowanej, b — starannie toczonej, c — zgrubnie toczonej, d — nakarbowanej (karb ostry o kącie rozwarcia 60° i głębokości 0,1 mm przy próbce o ∅ 7,5 mm), e — pokrytej naskórkiem walcowniczym, f — trawionej wodą wodociągową, g — trawionej wodą słoną (morską).



Tabl. 3, wykres 4. Wartości spółczynników g_z i G_Q wielkości przekroju, dla różnych stali konstrukcyjnych. *Przykład.* Dane: a_k = 1,72, stal 035, d = 80 mm. Z wykresu prowadząc grubiej przeciągnięte linie kreskowe, znajduje się g_z = 1,54. Uwaga. Przy wyznaczaniu g_a przyjmuje się a_k = 1.

w porównaniu z wymiarami próbki wzorcowej. W przeciwieństwie do poprzednich spółczynników, ten czynnik wchodzi w gre również przy obciążeniach stałych, przyjmuje jednak wtedy inną wartość g_Q którą wyznaczyć możemy z wykr. 4 z tabl. 3, zakładając a_k = 1.

g) Niezależnie od powyższych przyczyn, spiętrzających naprężenia w stosunku b i obniżających naprężenia dopuszczalne w stosunku g_z, wprowadzić musimy rzeczywisty spółczynnik bezpieczeństwa (pewności) p, również większy od jedności, przez który mnoży-

my założone obciążenia, bądź to licząc się z trudno uchwytnymi ich nadwyżkami, np. dynamicznymi, bądź w związku ze świadomym pomijaniem, dla prostoty obliczeń, niektórych obciążeń ubocznych. Wobec uwzględnienia już spółczynników b i g_z, ów spółczynnik p nie potrzebuje być duży; zwykle wynosi on od 1,2 do 1,5, schodząc czasami do jedności, rzadko przekraczając 2. Należy jeszcze zauważyć, iż zwyczajowo wykresy zmęczeniowe podają średnie wartości Z_{rc}, Z_{go} i Z_{so}, oraz Q_r, Q_g i Q_s, mniej więcej o 10% wyższe od ich wartości najniższych, na których zasadniczo opiera się obliczenia wytrzymałościowe.

Oznaczając przez:

$$x_z = b \times g_z \times p, \text{ wzgl. } x_Q = g_Q \times p \quad \ldots . \quad (17)$$

łączny spółczynnik bezpieczeństwa, moglibyśmy wyznaczyć dopuszczalne nominalne naprężenia odchyleniowe (amplitudę wahań):

$$s_{na} = \frac{s_a}{1,1 \times x_z}, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (18)$$

gdzie s_a jest naprężeniem odchyleniowym, wyznaczonym z odnośnego wykresu zmęczeniowego (tabl. 1) dla danej średniej wartości naprężeń:

$$s_m = \frac{P_m}{F}, \text{ wzgl. } \frac{M_m}{W_x} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (19)$$

Jest bowiem rzeczą charakterystyczną dla obliczeń zmęczeniowych, iż wychodząc z wykresu zmęczeniowego próbki wzorcowej — obniżyć musimy w stosunku 1,1 x_z — nie naprężenia najwyższe, lecz amplitudę ich wahań. Jeżeli amplituda s_a jest b. mała w stosunku do średnich naprężeń s_m, zdarzyć się może, iż znaleźlibyśmy się w obszarze wykresu, ograniczonym linią Q (na wykresach tabl. 1 nie zaznaczoną); w tym wypadku należałoby sprawdzić, czy najwyższe naprężenie nominalne nie przekroczyło dopuszczalnej dlań wartości:

$$s_{max} = \frac{Q}{1,1 \times x_Q} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (20)$$

3. *Przebieg obliczeń zmęczeniowych w wypadach prostych.*

a. Stańmy na gruncie obciążeń prostych, wywołujących czyste rozciąganie i ściskanie, czyste zginanie, lub czyste skręcanie. Obciążenia te ogólnie ująć możemy jako równe:

$$P = P_m \pm P_a \text{ kG, wzgl. } M = M_m \pm M_a \text{ kGcm} \quad . \quad (21)$$

Ze względu na dużą ilość czynników, wchodzących w grę w obliczeniach zmęczeniowych, najwygodniej jest wstępnie obliczyć wymiary przedmiotu, posiłkując się elementarnymi wzorami wytrzymałościowymi i przeciętnymi współczynnikami k dopuszczalnych naprężeń. Tabl. 4 podaje te spółczynniki dla najważniejszych stali konstrukcyjnych wraz z odnośnymi spółcznikami bezpieczeństwa x_Q wzgl. x_z.

Jeżeli, kierując się wyczuciem, uznalibyśmy w obliczeniu wstępnym ów współczynnik $x_{tabl.}$ podany w tabl. 4, za nieodpowiedni i chcieli, zamiast niego, przyjąć inną wartość x, odnośne naprężenie dopuszczalne byłoby

$$k_{tabl.} \times \frac{x_{tabl}}{x} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (22)$$

Tabl. 4 podaje te dopuszczalne naprężenia w trzech wypadkach obciążeń: stałych, tętniących i zmiennych; w wypadkach pośrednich możemy między nimi interpolować, kierując się wyczuciem.

To obliczenie wstępne pozwoli nam określić podstawowe wymiary przedmiotu; inne wymiary, jak np. promienie zaokrągleń przejściowych, obieramy na wyczucie, po czym zakładamy określony stan powierzchni przedmiotu i musimy przystąpić do właściwego sprawdzającego obliczenia zmęczeniowego; przebieg jego byłby następujący:

Naprężenia dopuszczalne dla ważniejszych stali konstrukcyjnych, stosowanych w budowie maszyn (kG/cm²)

stałe	znak	stan		rozciągające i ściskające								zginające					ścinające					skręcające				
				stałe		tętniące	zmienne		tętniące	stałe		stałe		tętniące	zmienne		stałe		tętniące	zmienne		stałe		tętniące	zmienne	
				x_Q	k_r	k_{rj}	x_z	k_{rc}	k_c	x_Q	k_c	x_Q	k_g	k_{gj}	x_z	k_{go}	x_Q	k_t	k_{tj}	x_z	k_{to}	x_Q	k_s	k_{sj}	x_z	k_{so}
węglowe	015	—	surowy	2,0	1000	620	3,6	340	620	2,0	1000	2,0	1100	900	3,7	460	2,0	800	560	3,7	280	2,0	700	540	3,7	270
	025	—	,,	2,1	1100	680	3,7	370	680	2,1	1100	2,1	1200	950	3,8	500	2.0	900	660	3,7	330	2,0	800	640	3,7	320
	035	—	,,	2,1	1300	850	3,9	460	850	2,1	1300	2,1	1450	1050	4,0	600	2,0	1000	740	3,9	370	2,0	950	720	3,9	360
	045	—	,,	2,2	1500	1000	3,9	510	1000	2,2	1500	2,2	1650	1250	4,0	700	2,0	1200	840	4,0	420	2,0	1100	800	4,0	400
	055	—	,,	2,2	1650	1150	3,9	590	1150	2,2	1650	2,2	1800	1500	4,0	800	2,0	1350	1000	4,0	500	2,0	1250	940	4,0	470
stopowe	12.2.35	⊤	ulepszony	2,2	2500	1450	3,9	720	1450	2,2	2500	2,2	2750	1950	3,9	980	2,2	1850	1200	3,9	600	2,2	1800	1180	3,9	590
	12.3.35	⊤	,,	2,2	3000	1550	3,9	770	1550	2,2	3000	2,2	3300	2050	3,9	1040	2,2	2250	1250	3,9	630	2,2	2200	1200	3,9	620
	12.4.35	⊤	,,	2,2	3600	1700	4,0	870	1700	2,2	3600	2,2	4000	2200	4,0	1150	2,2	2650	1450	4,0	720	2,2	2600	1400	4,0	700
	123.4.40	⊤	,,	2,3	3900	1800	4,0	920	1800	2,3	3900	2,3	4300	2400	4,0	1250	2,3	2850	1550	4,0	770	2,3	2800	1500	4,0	750

b. Rozpoczynamy od wyznaczenia niebezpiecznego przekroju, oczywiście w obszarze karbu, i określamy dlań spółczynnik kształtu a_k wg jednego z wykresów tabl. 2, w razie potrzeby posiłkując się wykr. 2 z tabl. 3 i wzorem (13). Następnie, z wykr. 1 tabl. 3 wyznaczamy dla danego materiału i znalezionego a_k — wartość spółczynnika karbu b_k, a z wykr. 3 tabl. 3 — wartość spółczynnika powierzchni b_p, po czym, wzoru (16) — wartość spółczynnika spiętrzenia b.

Dalej z wykr. 4 tabl. 3 wyznaczamy wartość spółczynnika wielkości g_z.

Teraz przechodzimy do odnośnego wykresu zmęczeniowego z tabl. 1 i wyznaczamy, dla rzeczywistej wartości naprężenia średniego s_m,

obliczonego wg wzoru (19), dopuszczalne naprężenie odchyleniowe (amplitudę) s_a; analogicznie do s_m możemy wyznaczyć nominalnie naprężenie odchyleniowe:

$$s_{na} = \frac{P_a}{F}, \text{ wzgl. } \frac{M_a}{W_x} \quad \dots\dots\dots \quad (23)$$

Wprowadzając to wszystko do wzoru (18), uwzględniając wzór (17) i rozwiązując względem p, znajdujemy:

$$p = \frac{s_a}{1{,}1 \times b \times g_z \times s_{na}} \quad \dots\dots\dots \quad (24)$$

Teraz możemy ocenić, czy wartość ta jest dostatecznie duża, wzgl. czy nie jest zbyt duża, i zmienić w razie potrzeby wymiary lub kształt przedmiotu.

c. Zauważmy, iż w podobnie prostych wypadkach moglibyśmy uniknąć obliczenia wstępnego, gdybyśmy zgóry założyli kształt przedmiotu, a więc stosunki q/r i R/r, konieczne dla wyznaczenia a_k, oraz założyli materiał przedmiotu i stan jego powierzchni, i dzięki temu obliczyli ściślą wartość spółczynnika spiętrzenia b. Spółczynnik g_z musimy określić na razie w przybliżeniu i również w przybliżeniu określić p, a tym samym x_z (wzór 17). Jakkolwiek nie znamy jeszcze s_m i s_{na}, znamy ich stosunek $\frac{s_m}{s_{na}} = \frac{P_m}{P_a}$, wzgl. $\frac{M_m}{M_a}$ z założeń zadania, a więc znamy również stosunek:

$$j = \frac{s_m}{s_a} = \frac{s_m}{1{,}1 x_z\, s_{na}} = \frac{P_m}{1{,}1 x_z\, p},$$

$$\text{wzgl. } \frac{M_m}{1{,}1 x_z M_a} = \operatorname{ctg} w, \quad \dots\dots\dots \quad (25)$$

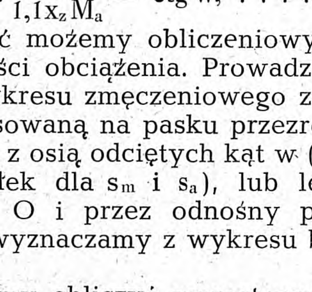
który nazwać możemy obliczeniowym spółczynnikiem stałości obciążenia. Prowadząc przez początek O wykresu zmęczeniowego z tabl. 1 linię prostą (narysowaną na pasku przezroczystej kalki), tworzącą z osią odciętych kąt w (z uwzględnieniem podziałek dla s_m i s_a), lub lepiej wprost przez punkt O i przez odnośny punkt górnej podziałki j, wyznaczamy z wykresu bezpośrednio s_m i s_a.

Stąd możemy obliczyć wprost przekrój F, lub wskaźnik wytrzymałości W_x, z zależności:

$$F = \frac{1{,}1\, x_z\, P_a}{s_a}, \text{ wzgl. } W_x = \frac{1{,}1 x_z\, M_a}{s_a}.$$

Obecnie możemy obliczyć dokładną wartość g_z i przeliczyć nową wartość spółczynnika p, która może ulec zmianie w związku z nową wartością g_z i ostatecznie przyjętymi wymiarami przedmiotu.

d. P r z y k ł a d 1. Sprawdzić wytrzymałość zmęczeniową ślizgowego czopa końcowego z rys. 4, obciążonego siłą P=5000 kg. Naprężenia zginające w czopie są zmienne. Promień zaokrąglenia



Rys. 4.

przejściowego, na rysunku nie podany, wynosi 8 mm.

Spółczynnik kształtu a_k wyznaczymy z wykr. 6 z tabl. 2 dla wartości q/r=8/40=0,2 i R/r=50/40 =1,25, znajdując a_k = 1,72; z wykr. 1 z tabl. 3 dla stali surowej 0,35 czyli dla h_k = 0,66, uzyskujemy b_k = 1,48. Z wykr. 3, tabl. 3 dla powierzchni starannie obrobionej, znajdujemy b_p =1,12; wg wzoru (16) $b = 1{,}48 + \frac{1{,}12 - 1}{1{,}48} = 1{,}56$. Z wykr. 4 tabl. 3 znajdujemy dla d = 80 mm, a_k = 1,72 i stali 035, g_z = 1,54. Wreszcie z wykr. 2 tabl. 1 znajdujemy, dla naprężeń zmiennych i stali 035, $s_a = Z_{go}$ = 24 kG/mm² = 2400 kG/cm²; naprężenie nominalne

$$s_{na} = \frac{M_g}{W_x} \approx \frac{P \times e}{0{,}1\, d^3} = \frac{5000 \times 6}{0{,}1 \times 8^3} = 586 \text{ kG/cm}^2;$$

$$\text{wg wzoru (24): } p = \frac{2400}{1{,}1 \times 1{,}56 \times 1{,}54 \times 586} = 1{,}55.$$

Tę wartość rzeczywistego spółczynnika bezpieczeństwa należy podać ocenie, czy jest odpowiednią w danych warunkach obciążenia; ogólnie można ją uważać za zupełnie wystarczającą.

e. P r z y k ł a d 2. Sprawdzić wytrzymałość zmęczeniową osi z poprzedniego przykładu — w płaszczyźnie czoła staliwnej ciężkiej, skurczowo osadzonej piasty o ostrej krawędzi walcowego otworu. Układ oś-piasta zachowuje się w przybliżeniu, jak jednolita całość, wykazująca ostry karb odsadzenia, gdyż q = 0. Zgodnie ze wzorem (13), mielibyśmy q' = q_o = 0,65 mm (wg wykresu 2 z tabl. 3), skąd q'/r = 0,65/100 = 0,0065 i R/r ≈ 2. Wykr. 6 z tabl. 2 nie obejmuje tych wartości stosunków, jednak ekstrapolując, możemy w przybliżeniu ocenić $a_k \approx 3{,}8$; wobec h_k = 0,66, zgodnie ze wzorem (12), b_k = 1 — (3,8—1). 0,66 = 2,85; ponieważ b_p =1,12, więc, zgodnie ze wzorem (16),

$$b = 2{,}85 + \frac{1{,}12 - 1}{2{,}85} \approx 2{,}9.$$

Wreszcie, z wykr. 4 tabl. 3, dla a_k = 3,8, dla stali 035 i d = 100 mm, znajdujemy $g_z \approx 1{,}72$. W przekroju tym występują nominalne naprężenia odchyleniowe

$$s_{na} = \frac{M_g}{W_x} \approx \frac{P \times e'}{0{,}1 \times D^3} = \frac{5000 \times 12}{0{,}1 \times 10^3} = 600 \text{ kG/cm}^2$$

$$\text{zgodnie ze wzorem (24): } p = \frac{2400}{1{,}1 \times 2{,}9 \times 1{,}72 \times 600} = 0{,}73.$$

W przeciwieństwie do niebezpiecznego przekroju czopa, nie tylko nie mamy tu żadnego zapasu bezpieczeństwa, lecz wyraźny niedobór; przekrój rozpatrywany jest przeciążony i musiałby w krótkim czasie ulec pęknięciu zmęczeniowemu. Niżej poznamy sposób zapobieżenia temu.

f. W przykładach powyższych naprężenia były zmienne i wykres zmęczeniowy był właściwie nam niepotrzebny. W ogólnym wypadku moment zginający byłby określony przez wzór (21): obliczylibyśmy więc naprężenie średnie

$$s_m = \frac{M_m}{W_x}$$

i, z wykr. 2 z tabl. 1, wyznaczyli dlań s_a, które wprowadzilibyśmy do wzoru (24).

g. Zupełnie podobnie rozwiązalibyśmy wszelkie wypadki rozciągania, zginania i skręcania przedmiotów wykonanych ze stali konstrukcyj-

nych w ramach postaci karbu, objętych tablicą 2. Odnośnie ciśnienia, zachodzącego w ciasnych połączeniach sworzniowych, brak danych doświadczalnych. Z konieczności przyjąć musimy na razie te same wartości a_k i b_p, oraz ten sam wykres zmęczeniowy, co w wypadku skręcania, popełniając błąd raczej na korzyść pewności, gdyż wytrzymałość stali przy ścinaniu jest na ogół wyższa, niż przy skręcaniu.

h. P r z y k ł a d 3. Przeliczmy jeszcze wytrzymałość zmęczeniową śruby $2^1/_2$'', wykonanej ze stali chromowo-niklowej 12.3.35 T (cieplnie ulepszonej), poddanej tętniącemu rozciąganiu i porównajmy ją z wytrzymałością podobnie obciążonej śruby M 64, wykonanej z tego samego materiału.

Wyznaczenie spółczynników kształtu śruby $2^1/_2$''. Promień krzywizny u dna bruzdy gwintowej $q \approx 0{,}87$ mm, promień karbu $r = \frac{d_r}{2} = \frac{55{,}37}{2} \approx 27{,}7$ mm, promień śruby $R = \frac{d}{2} = \frac{63{,}50}{2} = 31{,}75$ mm; promień graniczny (wykr. 2 z tabl. 3) $q_0 = 0{,}4$ mm; promień obliczeniowy (wzór 13) $q' = 0{,}87 + 0{,}4 \approx 1{,}27$ mm. Stosunki $q'/r \approx \frac{1{,}27}{27{,}7} \approx 0{,}046$ i $R/r = \frac{31{,}75}{27{,}7} \approx 1{,}15$. Z wykr. 10 tabl. 2 znajdujemy $a_k \approx 2{,}36$, z wykr. 1 z tabl. 3 — $h_k = 0{,}88$ i $b_k = 2{,}20$, z wykr. 3 z tabl. 3 $b_p = 1{,}19$ (starannie toczone), wg wzoru (16) $b \approx 2{,}20 + \frac{1{,}19 - 1}{2{,}2} = 2{,}29$.

Z wykr. 4 z tabl. 3, dla $d = 64$ mm, $g_z = 1{,}60$; iloczyn $b \times g_z = 2{,}29 \times 1{,}60 = 3{,}66$.

Przeprowadźmy to samo obliczenie dla śruby M 64: $q \approx 0{,}38$ mm; $q' = 0{,}38 + 0{,}4 = 0{,}78$ mm, $r = \frac{55{,}666}{2} = 27{,}83$ mm, $R = 32$ mm; $q'/r = \frac{0{,}78}{27{,}83} = 0{,}028$, R/r $\frac{32}{27{,}83} \approx 1{,}15$, $a_k = 2{,}65$, $b_k = 2{,}45$, $b \approx 2{,}45 + \frac{1{,}19 - 1}{2{,}45} = 2{,}53$, $g_z = 1{,}61$; iloczyn $b \times g_z = 2{,}53 \times 1{,}61 = 4{,}07$.

Możemy powiedzieć, iż, w tych samych warunkach obciążenia, śruba z gwintem Whitwortha będzie o $100 \times \frac{4{,}07 - 3{,}66}{3{,}66} = 11{,}2\%$ wytrzymalsza od śruby z gwintem metrycznym, przyjmując w obydwóch wypadkach ten sam przekrój rdzenia. Przy mniejszych wymiarach gwintu różnica ta byłaby mniejsza.

Przypuśćmy, iż szyjka śruby została ścieśniona, w sposób przedstawiony na rys. 13b, do $d_s = 40$mm. Przyjmując, iż dla szyjki $b_p \approx 1{,}19$ jak poprzednio, i $g_z \approx 1{,}13$ ($a_k = 1$, $d = 40$ mm, licząc, iż ścieniona szyjka jest odkuta w formie); $b_k = 1$, $b - b_p = 1{,}19$; iloczyn $b \times g_z = 1{,}19 \times 1{,}13 = 1{,}35$. Przekrój szyjki $F_s = 12{,}56$ cm^2; przekrój rdzenia śruby $2^1/_2$" — $F_r = 24{,}08$ cm^2; wytrzymałość zmęczeniowa szyjki przy obciążeniu tętniącym byłaby o $100 \times \frac{12{,}56 \times 3{,}66 - 24{,}08 \times 1{,}35}{24{,}08 \times 1{,}35} = 41{,}5\%$ większa, od wytrzymałości gwintu. Łatwo możemy przekonać się, iż dopiero przy $d_s = 33$ mm i $F_s = 8{,}56$ cm^2, wobec $g_z \approx 1{,}09$ i $b \times g_z = 1{,}19 \times 1{,}09 = 1{,}30$, uzyskaliśmy tę samą wytrzymałość zmęczeniową szyjki i gwintu, gdyż

$$\frac{F_s}{(b \times g_z)_s} = \frac{8{,}56}{1{,}30} = 6{,}59 \text{ i } \frac{F_r}{(b \times g_z)_r} = \frac{24{,}08}{3{,}66} = 6{,}58.$$

Przy słabszym tętnie obciążeń tak znaczne zmniejszenie średnicy szyjki nie byłoby możliwe, przyjęcie jednak $d_s \approx 0{,}7d$ jest zawsze prawie dopuszczalne.

W n i o s k i. 1. Gwint, nawet łagodnie gubiony, tworzy nader ostre karby, b. wydatnie obniżające wytrzymałość zmęczeniową śrub poddanych obciążeniom o silnym tętnie.

2. Gwint metryczny posiada przy tych samych wymiarach niższą wytrzymałość zmęczeniową, niż gwint Whitwortha; różnica ta występuje tym wyraźniej, iż bardzo wrażliwą jest stal na działanie karbu, czemu towarzyszy zmniejszenie promienia granicznego q_0.

Należy zaznaczyć, iż ów składnik q_0 wydatnie zaciera różnice wytrzymałości tych dwóch odmian gwintu, wartości q_0, podane w wykr. 2 z tabl. 3 obliczone są na podstawie niedość wszechstronnych danych doświadczalnych i, być może, są nadmiernie duże; gdyby tak było w istocie, zmniejszenie wytrzymałości zmęczeniowej gwintów metrycznych w porównaniu z gwintami Whitwortha wystąpiłoby wyraźniej.

4. Obliczenia zmęczeniowe w wypadku naprężeń złożonych.

a. Naprężenia złożone występują w częściach maszynowych bardzo często, nie sposób więc pominąć tu wytycznych, jak ująć ich obliczanie zmęczeniowe. Trudność ich polega na tym, iż nadwyżki naprężeń, wywołane w tym samym przedmiocie w różnych warunkach obciążenia, przyjmują różne wartości; wyraźnie wynika to z odmiennych wykresów dla wyznaczenia spółczynnika kształtu a_k przy rozciąganiu, zginaniu i skręcaniu (tabl. 2), oraz odmiennych wartości spółczynnika powierzchni b_p przy rozciąganiu i zginaniu, oraz b'_p — przy skręcaniu (i ścinaniu).

Poza tym same wykresy zmęczeniowe (tabl. 1) są odmienne dla różnych wypadków obciążeń. Tym nie mniej całość obliczenia daje się ująć dość prosto, jeżeli uczynimy zupełnie słuszne założenie, iż naprężenia szczytowe, zachodzące współcześnie w tych samych punktach tych samych przekrojów, składać możemy tak samo, jak to się czyni w elementarnej wytrzymałości.

b. Rozważmy najpierw wypadek składania naprężeń normalnych, wywołanych współczesnym rozciąganiem i zginaniem; zachodzi to np. w wypadku pręta o przekroju F i wskaźniku wytrzymałości W_x, obciążonego mimoosiowo siłą rozciągającą $P = P_m \pm P_a$ kg, wywołującą współokresowe zginanie momentem $M = (P_m \pm P_a) = M_m \pm M_a$ kgcm. Możemy przyjąć zastępczy spółczynnik kształtu:

$$a_k = \frac{a_{kr} \times s_{nar} + a_{kg} \times s_{nag}}{s_{nar} + s_{nag}}, \quad . \quad . \quad . \quad (26)$$

oraz zastępcze naprężenie odchyleniowe:

$$s_a = \frac{s_{ar} \times s_{nar} + s_{ag} \times s_{nag}}{s_{nar} + s_{nag}} \ \text{kG/cm}^2 \quad . \quad . \quad (27)$$

We wzorach tych oznaczyliśmy przez $s_{nar} = \frac{P_a}{F}$ i $s_{nag} = \frac{M_a}{W_x}$ kg/cm² nominalne naprężenia odchyleniowe, wywołane rozciąganiem i zginaniem, przez a_{kr} i a_{kg} — spółczyniki kształtu, znalezione przy rozciąganiu i przy zginaniu danego pręta, oraz przez s_{ar} i s_{ag} kG/cm² najwyższe naprężenia odchyleniowe, wyznaczone z wykr. 1 i 2 z tabl. 1 dla naprężenia średniego

$$s_m = s_{mr} + s_{mg} = \frac{P_m}{F} + \frac{M_m}{W_x} \ \text{kG/cm}^2.$$

Ostateczny spółczynnik pewności p obliczymy wg wzoru (24), wprowadzając doń s_a wg wzoru (27) i

$$s_{na} = s_{nar} + s_{nag} \ \text{kG/cm}^2, \quad . \quad . \quad . \quad (28)$$

oraz spółczyniki; b i g_z, wyznaczone jak poprzednio wg wartości a_k obliczonej wg wzoru (26). Wszystko tu jest tak proste, iż przerabiąnie przykładu liczbowego jest zbędne.

Podobnie wypadłoby obliczenie, gdyby rozciąganie i zginanie wywołane było przez obciążenia niezależne i gdyby miały one odmienny charakter, np. jedno było zmienne, a drugie tętniące, byleby zachodziła współczesność szczytowych obciążeń, gdy jedno z obciążeń jest stałe, sprawa upraszcza się znacznie, gdyż zależności (26—28) stają się tożsamościami.

c. Nieco bardziej złożone jest składanie współczesnych naprężeń szczytowych — normalnych i stycznych, np. w niezwykle częstym wypadku jednoczesnego zginania i skręcania wałów. Opierając się na teoretycznych pracach Neubera, mozna z dostateczną dla obliczeń praktycznych dokładnością stwierdzić, iż maxima szczytowych naprężeń normalnych i stycznych wypadają w tych samych punktach zarysu karbu; z tej strony nie byłoby wiec żadnej trudności.

W elementarnej wytrzymałości składamy naprężenia normalne s i styczne t, sprowadzając je do naprężeń zastępczych normalnych s_z lub stycznych t_z, które powinny spełniać warunek:

$$s_z = \sqrt{s^2 + \left(\frac{k}{k'} \times t\right)^2} \leqslant k \ \text{kG/cm}^2, \ \text{lub} \ t_z = \sqrt{\left(\frac{k'}{k} \times s\right)^2 + t^2} \leqslant k' \ \text{kG/cm}^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (29)$$

We wzorach tych k i k' kG/cm² oznaczają dopuszczalne—w danych warunkach obciążenia — naprężenia normalne i styczne, jakie przyjęliśmy, gdyby naprężenia te zachodziły same; możliwe są więc wypadki, iż k, wobec zmiennych naprężeń zginających, okaże się niższe od k', wobec tego, iż naprężenia skręcające wykazują słabe zaledwie tętno. Te same wzory (29) posłużą nam obecnie.

Najpierw wyznaczymy dla rozpatrywanego przekroju, tak samo, jak poprzednio, a_k, b_k, b_p, b i g_z w odniesieniu do naprężeń normalnych, oraz a'_k, b'_k, b'_p, b' i g'_z w odniesieniu do naprężeń stycznych, posiłkując się wykresami tabl. 2 i 3, oraz wzorami (12) i (16). Teraz musimy wyznaczyć z wykresów zmęczeniowych (tabl. 1) naprężenia odchyleniowe (amplitudy) s_a i t_a, odpowiadające zastępczym naprężeniom średnim s_{mz} i t_{mz}, obliczonym zgodnie ze wzorami (29):

$$s_{mz} = \sqrt{s^2_m + \left(\frac{Q}{Q'} \times t_m\right)^2} \ \text{kG/cm}^2 \ \text{i} \ t_{mz} = \sqrt{\left(\frac{Q'}{Q} \times s_m\right)^2 + t^2_m} \ \text{kG/cm}^2, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (30)$$

gdzie Q i Q' są granicami płynności, znalezionymi z wykresów zmęczeniowych w tych dwóch wypadkach obciążeń, np. zginania ($Q = Q_g$) i skręcania ($Q' = Q_s$).

Ostatecznie mielibyśmy, zgodnie ze wzorem (18):

$$k = s_{na} = \frac{s_a}{1{,}1 \times b \times g_z \times p} \ \text{kG/cm}^2 \ \text{i} \ k' = t_{na} = \frac{t_a}{1{,}1 \times b' \times g'_z \times p} \ \text{kG/cm}^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (31)$$

To nam pozwoli obliczyć, zgodnie ze wzorem (29), nominalne odchyleniowe naprężenie zastępcze

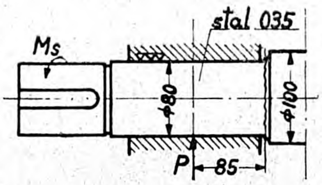
$$s_{naz} = \sqrt{s^2_{na} + \left(\frac{s_a \times b' \times g'_z}{t_a \times b \times g_z} \times t_{na}\right)^2} \ \text{kG/cm}^2 \quad (32)$$

i ostatecznie wyznaczyć spółczynnik pewności, zgodnie ze wzorem (24):

$$p = \frac{s_a}{1{,}1 \times b \times g_z \times s_{naz}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (33)$$

Tę samą wartość p uzyskalibyśmy, obliczając styczne nominalne odchyleniowe naprężenie zastępcze t_{naz}.

d. Przykład 4. Załóżmy, iż oś z rys. 4, przedłużona poza łożysko i napędzana przez sprzęgło podatne, zamieniła się na wał, ujęty w dwa jednakowe łożyska i obciążony w środku siłą $P = 2250 \pm 2250$ kg, działającą na ramieniu $r_s = 10$ cm; panwie, w porównaniu z poprzednim przykładem zostały wydłużone i ramię zginania czopa wynosi $e = 8{,}5$ cm; reszta pozostaje bez zmiany (rys. 5).



Rys. 5

Mamy więc tu zginanie zmienne $M_g = \pm M_{ag} = \pm \frac{2250 + 2250}{2} \times 8{,}5 = \pm (0 + 19100)$ kG cm o okresie równym jednemu obrotowi i o amplitudzie tętniącej między zerem i maximum w okresie odpowiadającym wielu obrotom wału. Brak jest dość pewnych danych, jak należałoby wyznaczyć równoważny moment zmienny o stałej amplitudzie wahań; w każdym razie byłby on niewiele mniejszy od owego maximum; to też możemy pominąć zmienność tej amplitudy, popełniając niewielki błąd na korzyść pewności obliczeń, i przyjąć $M_g = \pm 19100$ kG cm

W przeciwieństwie do tego — moment skręcający jest tętniący: $M_s = 22500 \pm 22500$ kG cm. Ponieważ czop pozostał właściwie bez zmiany, mamy dlań już obliczone spółczynniki $b = 1{,}56$ i $g_z = 1{,}54$ w odniesieniu do zginania. Podobnie obliczamy je w odniesieniu do skręcenia; z wykr. 8 tabl. 2 znajdujemy, dla $q/r = 0{,}2$ i $R/r = 1{,}25$, $a'_k = 1{,}4$, co, dla surowej stali 035, da wg wykr. 1 tabl. 3, $b'_k = 1{,}26$; z wykr. 3 tabl. 3 znajdziemy, dla powierzchni starannie obrobionej i stali 035, $b'_p = 1{,}08$, oraz, zgodnie z (16), $b = 1{,}32$; wreszcie, z wykr. 4 tabl. 3, $g_z = 1{,}42$.

Z wykr. 2 i 3 tabl. 1 mamy $Q = Q_g = 3700$ kG/cm² i $Q' = Q_s = 1900$ kG/cm². Poza tym mamy:

$$s_m = 0 \text{ i } t_m = \frac{M_{ms}}{W_o} \approx \frac{M_{ms}}{0{,}2^3 d} = \frac{22500}{0{,}2 \times 8^3} \approx 220 \text{ kG/cm}^2,$$

więc, zgodnie z (30):

$$s_{mz} = \frac{3700}{1900} \times 220 = 428 \text{ kG/cm}^2 \text{ i } t_{mz} = 220 \text{ kG/cm}^2.$$

Tym zastępczym wartościom naprężeń średnich odpowiadają, wg wykr. 2 i 3 tabl. 1, obliczeniowe naprężenia odchyleniowe $s_a = 2330$ kG/cm² i $t_a \approx Z_{so} = 1400$ kG/cm². Wreszcie nominalne naprężenia odchyleniowe wynoszą:

$$s_{na} = \frac{M_{ag}}{W_x} \approx \frac{M_{ag}}{0{,}1 \times d^3} = \frac{19100}{0{,}1 \times 8^3} = 373 \text{ kG/cm}^2$$

$$\text{i } t_{na} = t_m = 220 \text{ kG/cm}^2.$$

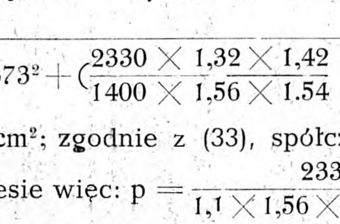
Wprowadzając to wszystko do wzoru (32), znajdziemy:

$$s_{naz} = \sqrt{373^2 + \left(\frac{2330 \times 1{,}32 \times 1{,}42}{1400 \times 1{,}56 \times 1{,}54} \times 220\right)^2} =$$

$= 470$ kG/cm²; zgodnie z (33), spółczynnik pewności wyniesie więc: $p = \frac{2330}{1{,}1 \times 1{,}56 \times 1{,}54 \times 470} = 1{,}87$. Jest to wartość — w normalnych warunkach pracy — raczej zbyt wysoka; konstrukcja nie jest należycie wytrzymałościowo wyzyskana. Na tych przykładach obliczeniowych poprzestaniemy, uważając, iż dostatecznie oświetliły całość zagadnienia.

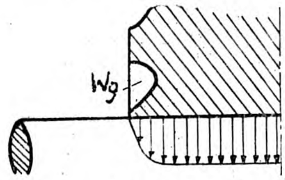
5. *Wpływ zjawisk zmęczeniowych na konstrukcję części maszynowych.*

a. Dążenie do złagodzenia działania karbu wywiera duży wpływ na kształtowanie części maszynowych. W wypadku skurczowego osadzenia



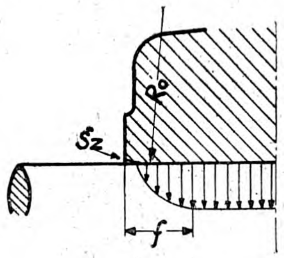
Rys. 6

staliwnej ciężkiej piasty koła na osi, w omówionym przykładzie 2, można wprowadzić dodatkowe łagodne odsadzenie, zwiększające w obrębie piasty średnicę osi do 120 mm (rys. 6). Zbliżony wynik można byłoby uzyskać zaopatrując czoło piasty w obrączkowe wgłębienia W_g (rys. 7),



Rys. 7

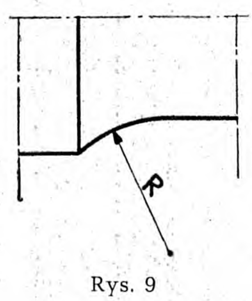
albo b. nieznacznie rozszerzając wylot otworu piasty na długości f zarysem łuku koła o promieniu $R_o = \frac{f^2}{W}$, lub stożkiem o zbieżności $\frac{W}{f}$, gdzie W jest największym wzajemnym wciskiem piasty i wału; między nimi utworzy się więc maleńka szczelina tolerancyjna s_z (rys. 8). Łagodny



Rys. 8

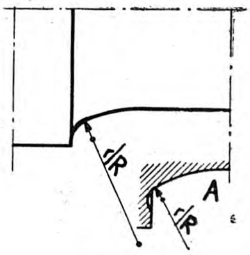
spadek nacisku powierzchniowego na długości f da wynik zbliżony do zaokrąglenia przejściowego promieniem $q \approx f$, przy tym dość wysokiej wartości w stosunku $R/r \approx 2$.

b. Wszędzie, gdzie jest to możliwe, staramy się powiększyć promienie zaokrągleń przejściowych, zwłaszcza w swobodnych odsadzeniach osi i wałów maszynowych (rys. 9). Jeżeli odsadzenie ma być wyzyskane, jako ustalenie wzdłużne, można je ukształtować wg zarysu dwułukowego, złożonego z dwóch łuków normalnych, z których jeden jest około 6 razy większy od drugiego (rys. 10)*), albo przewidzieć umyślny pierścień



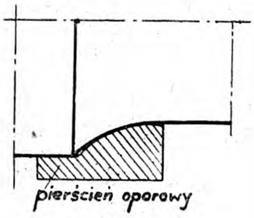
Rys. 9

*) Obok rysunku pokazano zaokrąglenie przejściowe dokonane dwułukiem wgłębionym (szczegół A). Zaznaczmy, iż obróbka obwiedniowa kół zębatych zapewnia zębom u dna wrębu międzyzębowego b. korzystny wytrzymałościowo łuk przejściowy (pętli wydłużonej epicykloidy), zbliżony do zarysu dwułukowego (rys. 12).



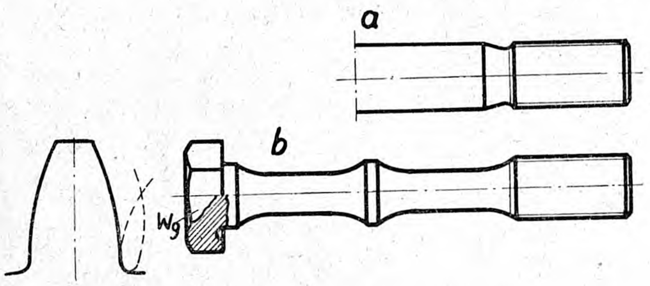
Rys. 10

oporowy, nakrywający łagodne odsadzenie wału (rys. 11). Dość często spotykaną postacią karbu



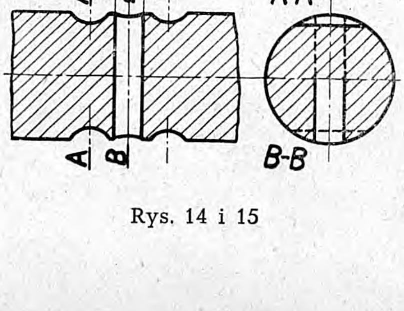
Rys. 11

jest gwint; rys. 13a przedstawia łagodne wtoczenie wyjściowe, stosowane w złączach o niemal stałym obciążeniu, a rys. 13b — głębokie odsadzenie gwintu w złączach o silnym tętnie obciążenia. Tak znaczne zmniejszenie przekroju szyjki



Rys. 12 i 13

śruby jest nietylko możliwe, robiąc ze śruby element o stałej wytrzymałości zmęczeniowej, ale i korzystne, czyni bowiem śrubę bardziej podatną, przez co obniża tętno jej obciążeń. Zgrubienia w środku długości szyjki i u łba służą do środ-

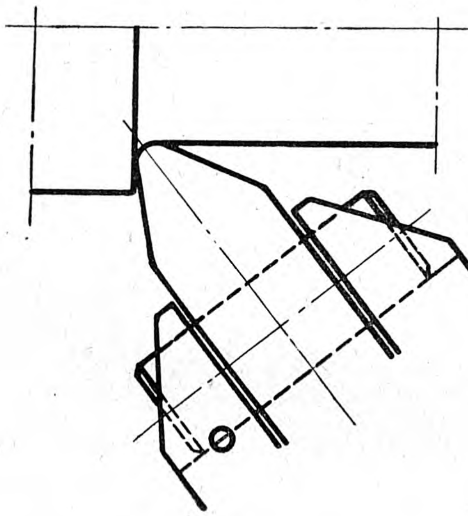


Rys. 14 i 15

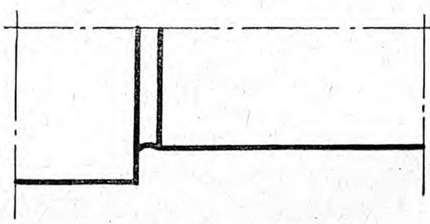
kowania śruby i, wraz z wtoczeniem do łagodzenia karbu tegoż łba.

c. Znaczne obniżenie spółczynnika b_k uzyskać można, stosując karby odciążające. Zasadę ich działania przedstawia rys. 14; jeżeli obecność ostrego karbu k jest konieczna, dodanie w sąsiedztwie obustronnych łagodnych karbów odciążających k_o, (zwłaszcza uzyskanych nie skrawaniem, lecz wgniecionych na zimno i wskutek tego wywołujących naprężenia ściskające w obszarze dna karbu k), wydatnie powiększa wytrzymałość zmęczeniową przedmiotu. Rys. 15 przedstawia podobne karby, odciążające ostry karb, utworzony przez przewiercenie wałka.

d. Bardzo dobre wyniki zapewnia krążkowanie przejściowych zaokrągleń w odsadzeniach wałów, albo też wygniatanie obrączkowych wgłębień szlifierskich przy ostrych odsadzeniach wałów (rys. 16 i 17). Zachodzi tu jednoczesne gła-



Rys. 16



Rys. 17

dzenie powierzchni, podniesienie granicy sprężystości materiału (zgniot), oraz wytworzenie powierzchniowego ściskania, obniżającego naprężenia rozciągające, wywołane zmiennym obciążeniem zewnętrznym (podobny wpływ wywiera nawęglanie i azotowanie stali).

e. Wiemy wreszcie, iż samo polerowanie powierzchni jest zmęczeniowo b. korzystne, obniżając spółczynnik b_p do jedności. W podatnikach (resorach) polerowanie to usuwa ponadto odwęgloną, znacznie słabszą zmęczeniowo warstwę naskórka walcowniczego, w której powstałyby pierwsze drobniuchne pęknięcia; zwiększa to dwa do trzech razy wytrzymałość zmęczeniową sprężyn.

6. Uwagi końcowe.

Podane wyżej podstawy obliczenia zmęczeniowego części maszynowych stanowią próbę ujęcia w jednolitą całość wszystkiego, co w tej mierze można było wysnuć z prac różnych badaczy, oraz dalszego przystosowania do wypadków naprężeń złożonych.

Mając na widoku przedewszystkim cel praktyczny, — najdalej idące ułatwienie obliczeń zmęczeniowych, staraliśmy się wskazać nietylko właściwe drogi postępowania, ale i dać jednocześnie konstruktorowi do ręki możliwie wygodne narzędzie pracy w postaci wykresów i prostych wzorów. Pominieto zaś, dla braku miejsca, wyraźne rozgraniczenie między ścisłymi wynikami badań i wysnutymi z nich wnioskami praktycznymi, jak również i uzasadnienie łączących je ze sobą więzi.

Zdajemy sobie sprawę, że zagadnienie obliczeń zmęczeniowych nie jest jeszcze całkowicie rozwiązane, nawet w odniesieniu do stali konstrukcyjnych, nie mówiąc o innych, ważnych w budowie maszyn metalach, co do których braki są znacznie większe. Jest rzeczą oczywistą, że wszystko, co wyżej podano, bedzie musiało być poddane dalszym badaniom sprawdzającym i uzupełniającym, celem dokładniejszego uchwycenia zależności między spółczynnikiem a_k kształtu i b_k karbu, oraz między spółczynnikami b_k karbu i b_p stanu powierzchni, a spółczynnikiem b spiętrzenia, jak również między wielkością przekroju i spółczynnikiem kształtu, a spółczynnikiem g_k wielkości przedmiotu, — wszystko — na tle wytrzymałości różnych odmian stali konstrukcyjnych, jeżeli na razie zatrzymamy się na tym najważniejszym w budowie maszyn materiale. Wszystko to może ulec i niezawodnie ulegnie pewnym zmianom. Jednak zasadniczy bieg myśli niewątpliwie pozostanie ten sam. Dążenie do lekkości konstrukcji zmusza konstruktora do jaknajlepszego wyzyskania wytrzymałości zmęczeniowej materiału; musi on więc znać sposoby zmęczeniowego obliczania projektowanych przez siebie, ważniejszych części maszynowych; mimo wielu uproszczeń i uogólnień, obliczenie to da zawsze wynik niporównanie bliższy rzeczywistości, niż wyczucie, choćby poparte dużym osobistym doświadczeniem.

Zaznaczamy mimochodem, iż obliczenie zmęczeniowe znalazło m. i. szerokie zastosowanie w dziedzinie połączeń spawanych konstrukcyj maszynowych. Stanowi to jednak zagadnienie odrębne.

Własności mechaniczne brązu manganowego o zawartości 5% manganu (Cu Mn 5) w podwyższonych temperaturach

Prof. inż. KORNEL WESOŁOWSKI i EDWARD SATERNUS.

Wstęp. Przygotowanie próbek. — Opis urządzeń i metod badań. — Wnioski.

WSTĘP

Metalograficzna literatura zagraniczna[1]) z podwójnych brązów manganowych wymienia stopy o zawartości 2,94; 4,40; 5,00; 6,56; 7,00 i 15,00% Mn, nie licząc stopu, będącego zaprawą odlewniczą o zawartości około 30% Mn.

Z wykresów budowy i własności mechanicznych, zaczerpniętych z pracy W. Broniewskiego i S. Jaslana[2]) i przedstawionych na rys. 1 i 2 wynika, że wszystkie te stopy posiadają budowę roztworu stałego S i w miarę zwiększania się zawartości manganu — wzrastające własności wytrzymałościowe, aż do około 23% Mn i słabo opadające własności plastyczne, aż do około 12% Mn.

Spośród stopów wymienionych największe zastosowanie techniczne znalazły stopy o zawartości:

a) 5% Mn— jako matriał na rozpórki w kotłach lokomotyw i w budowie maszyn okrętowych, z powodu znacznej odporności na działanie wysokiej temperatury i wody morskiej;

b) 15% Mn (t. zw. „Resistin"), jako materiał używany w budownictwie okrętów na przewody parowe, zawory, części pomp i t. p. oraz w przemyśle potasowym, z tych samych powodów co poprzedni.

Tematem niniejszej pracy było możliwie dokładne zbadanie własności mechanicznych stopu pierwszego.

Już przy końcu ubiegłego stulecia M. Rudeloff[3]) podał, że w porównaniu z rozpórkami miedzianymi, których wytrzymałość na rozciąganie po nagrzaniu do 300° spadała o 34%, rozpórki ze stopu miedzi z manganem zachowują się znacznie lepiej, gdyż wykazują spadek zaledwie 7%-wy.

Wyniki badań Rudeloffa dla tego stopu podaje tabela I.

Natomiast wg W. Broniewskiego i S. Jaślana[2]) powyższy stop wyżarzony i badany w temperaturze otoczenia posiada:

R_r — 30,0 kG/mm², A_{10} — 45%; C — 77%,

a poza tym:

a_1 — 37%; a_2 — 8% i H_B — 78,6 kG/mm²,

gdzie a_1 — wydłużenie proporcjonalne,
a_2 — wydłużenie przewężeniowe,
H_B — twardość Brinella

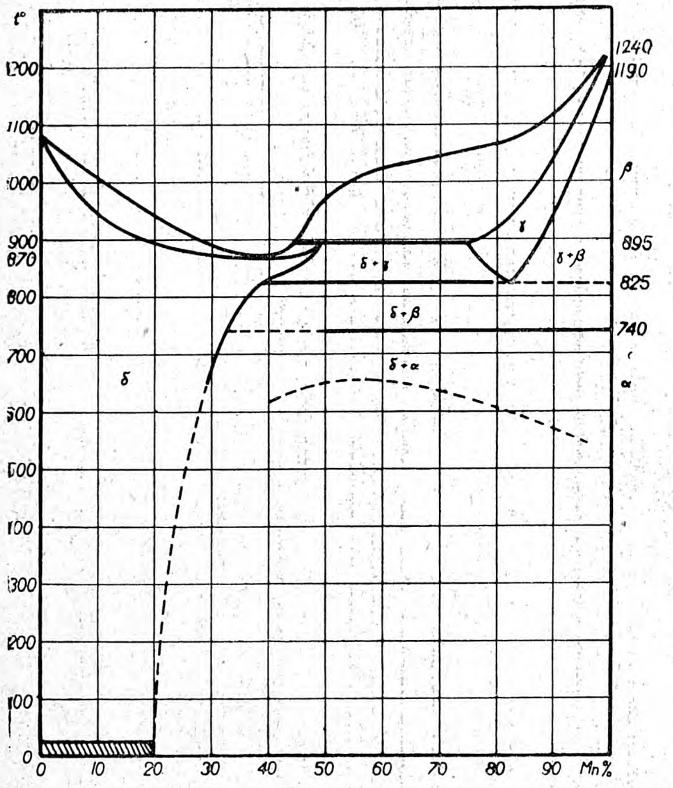
i hartowany:

H_B — 67,7 kG/mm²

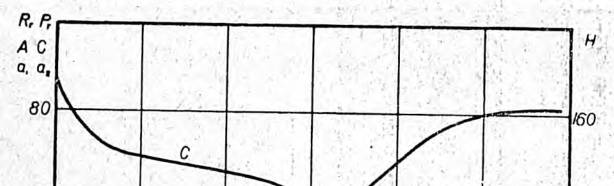
1) a) „A List of Alloys", W. Campbell, 1930
b) „Metals and Alloys", 1931.
c) „Werkstoffhandbuch-Nichteisenmetalle", 1940.
d) „Metals and Alloys Data Book" S. L. Hoyt, 1943.

2) Sur les alliages du cuivre avec le manganèse. Ann. de l'Acad. des Scie. Techn. à Varsovie 3. (1936) 141.

3) Mitt. aus den Vgl. techn. Versuchsaustalten. (1895) 29.
2) l. c.



Rys. 1. Wykres budowy brązów manganowych.



Rys. 2. Wykres własności mechanicznych brązów manganowych.

Ponieważ stop ten, jak z powyższego wynika, nie był zbadany w sposób wyczerpujący pod względem własności mechanicznych, gdyż badania były przeprowadzone tylko do 400⁰, a poza

TABELA I.

Temperatura w C. °	15	100	200	300	400
Wytrzymałość na rozciąganie R_r w kG/mm²	35,9	35,6	35,7	33,5	25,9
Wydłużenie całkowite A w %	40,0	32,4	36,5	37,1	23,7
Przewężenie C w %	72,7	60,2	52,4	51,9	—

tym brak było tak ważnej cechy wytrzymałości, jak twardość i może w tych warunkach pracy jeszcze ważniejszej cechy plastycznej, jak udarność, przeto postanowiliśmy zbadać go powtórnie, korzystając z nowoczesnych urządzeń Zakładu Metalurgicznego Politechniki Warszawskiej i metod tam opracowanych, tym bardziej, że jak już badania W. Broniewskiego i S. Jaślana wykazały, stop ten podlega obróbce cieplnej.

Przygotowanie próbek.

Do wykonania próbek użyto:
a) miedzi elektrolitycznej,
b) manganu przemysłowego o składzie:
Mn — 96,25%, Al — 1,20%, Si — 0,55%, Fe—1,01%, C—0,20%, P—0,15%, i S—0,64%.

Obliczony wsad, o wadze około 2 kg, o zawartości 5,5% wyżej wymienionego manganu i 94,5% miedzi, stopiono w piecu indukcyjnym wysokiej częstotliwości, pod zmniejszonym ciśnieniem (p = około 0,1 mm Hg) i odlewano do kokil żelaznych o średnicy 18 mm.

Analiza chemiczna odlewu, przeprowadzona tylko na miedź, wykazała 94,7% Cu, a zatem zawartość manganu w stopie (po uwzględnieniu zanieczyszczeń), wynosiła około 5,1% Mn.

Odlane próbki po ujednorodnieniu w temperaturze 900⁰ w ciągu 24 godzin, poddano obróbce plastycznej na zimno: walcowaniu i ewentualnemu przeciąganiu, połączonym z wyżarzaniem w temperaturze 500⁰ w ciągu 2 godzin, gdy tylko zgniot osiągnął wartość 20—30%.

Próbki przeznaczone do badań twardości i udarności przestawano walcować przy ∅ 14 mm, po czym próbki do badań twardości pocięto na kawałki o długości 15 mm, a próbki do badań udarności — na kawałki o długości 55 mm i frezowano na ∅ 10 mm.

Próbki przeznaczone do badań wytrzymałości na rozciąganie walcowano dalej, do ∅ 7 mm, po czym przeciągano na drut o ∅ 5 mm, który cięto na próbki do badań rozciągania o długości równej 300 mm.

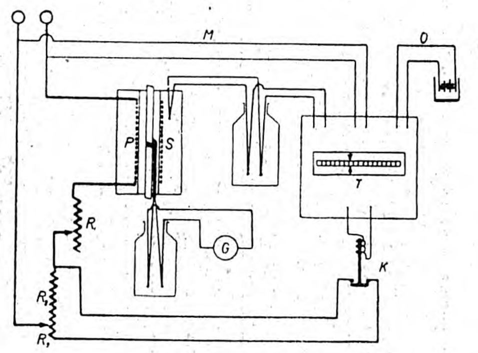
Z przygotowanymi w ten sposób próbkami wykonano dwie serie pomiarów własności mechanicznych, w zależności od temperatury:
1) na próbkach wyżarzonych,
2) na próbkach hartowanych.

Opis urządzeń i metod badań.

Do pomiarów użyto urządzeń i zastosowano metody badań opisane przez A. Krupkowskiego z pracy p. t. „Mechaniczne własności miedzi" [4]).

4) A. Krupkowski. Prace Zakładu Metalurgicznego Politechniki Warszawskiej. Tom II. (1930).

Jedyną poważniejszą zmianą w urządzeniach było zastosowanie automatycznej regulacji temperatury za pomocą termoregulatora p. n. „Micromax" firmy Leeds Northrup Co. (Philadephia, U.S.A. użytego przy pomiarach wytrzymałości na rozciąganie i twardości.



Rys. 3. Schemat regulacji temperatury za pomocą termoregulatora.

Do obwodu pieca (P), w którym znajduje się badana próbka, włączone są dwa opory R_1 i R_2 a od obwodu tego odgałęzia się obwód dodatkowy, z oporem R_3. Ponieważ opór R_3 jest mniejszy od oporu R_2, przeto gdy obwód dodatkowy jest włączony, wtedy płynie do pieca (P) prąd większy i temperatura w nim rośnie, gdy natomiast obwód dodatkowy jest przerwany, wtedy do pieca (P) płynie prąd mniejszy i temperatura w nim spada.

Regulacja temperatury w piecu odbywa się za pomocą termopary, której spoina (S) umieszczona jest w pobliżu uzwojenia pieca. W obwodzie tej termopary znajduje sie termoregulator (T), posiadający dwie wskazówki: górną, służącą do nastawiania na odpowiednią temperaturę i dolną, wskazującą temperaturę pieca w pobliżu uzwojenia. Dokładność sterowania dolnej wskazówki zapewniona jest przez urządzenie potencjometryczne, porównujące co trzy sekundy napięcie termopary z napięciem ogniwa Westona, znajdującego się w termoregulatorze.

Jeżeli temperatura pieca leży poniżej żądanej wtedy kotwica (K) znajdująca się na obwodzie dodatkowym, jest przez elektromagnesy podciągnięta do góry, przez co następuje zwarcie i temperatura w piecu rośnie.

Gdy jednak temperatura pieca przekroczy temperaturę żądaną, wtedy wskazówka dolna mija górną, na skutek czego prąd do elektromagnesów zostaje przerwany i kotwica (K) odpada. Jednocześnie przerywa się obwód dodatkowy i temperatura w piecu spada.

Przewody (M) doprowadzają prąd z sieci do motorka w termoregulatorze, a przewody (O) — prąd stały z ogniwa.

Czas przetrzymywania próbki w temperaturze badania wynosił 1 godzinę od chwili uzyskania żądanej temperatury.

Wyżej wymieniony termoregulator utrzymywał temperaturę próbki w granicach $\pm 2^0$.

Podczas pomiarów mierzono i obliczano właściwości wytrzymałościowe i plastyczne materiału wg zasad przyjętych w Zakładzie Metalurgicznym Politechniki Warszawskiej, t. zn.:

R_r — wytrzymałość na rozciąganie w kG/mm²,
P_r — granica proporcjonalności w kG/mm²,
H_B — twardość w kG/mm²,
A_{10} — wydłużenie całkowite w %,
a_1 — wydłużenie proporcjonalne w %,
a_2 — wydłużenie przewężeniowe w %,
C — przewężenie w %,
U — udarność w kG/cm²,
przy czym:

twardość mierzono stożkiem o kącie 120^0 pod obciążeniem 25 kg i obliczano wg wzoru:

$$H_B = \frac{4 \text{ P. } \sin \frac{a}{2}}{d^2}$$

udarność przeprowadzano na próbkach wg PN.

Wyniki badań.

A. Badanie próbek wyżarzonych w temperaturze 500^0 w ciągu 2 godzin pod warstwą węgla drzewnego i studzonych razem z piecem.

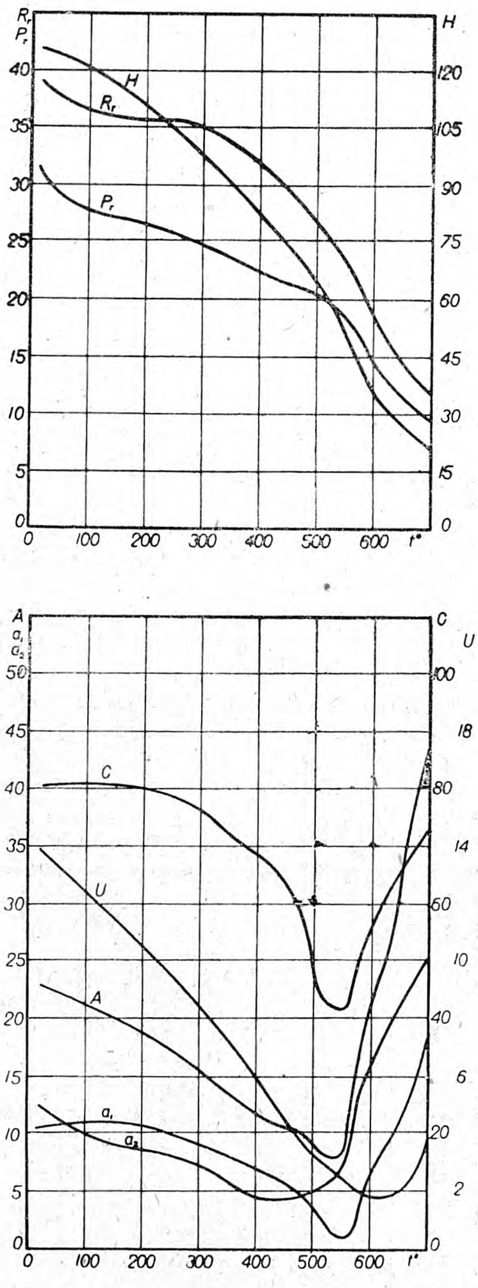
Tabele II i III podają wyniki liczbowe, a rys. 4 i 5 — przedstawiają je w ujęciu graficznym.

TABELA II.
Własności mechaniczne wyżarzonego CuMn 5.

Nr. próbki	Temperatura pomiaru w C⁰	R_r w kG/mm²	P_r w kG/mm²	A_{10} w %	a_1 w %	a_2 w %	C w %
1	20	38,4	31,4	23,1	10,5	12,6	79,8
2	101	36,7	27,8	21,0	11,2	9,8	80,9
3	200	36,0	26,6	19,0	10,9	8,1	78,3
4	302	35,2	24,8	16,0	8,7	7,3	77,9
5	351	33,6	23,9	15,0	8,5	6,5	71,4
6	400	32,2	22,2	12,0	7,3	4,7	69,5
7	450	30,1	21,7	10,8	6,2	4,6	64,2
8	502	26,2	21,1	10,0	4,9	5,1	46,7
9	551	24,0	19,6	8,0	0,8	7,2	41,5
10	575	22,6	17,7	15,0	2,4	12,6	49,2
11	600	16,8	13,6	25,0	7,6	17,4	57,1
12	651	14,9	12,4	27,0	10,8	16,2	65,3
13	700	11,7	9,7	44,0	18,7	25,3	74,0

TABELA III.
Twardość i udarność wyżarzonego CuMn 5.

Nr próbki	Temperatura pomiaru w C⁰	H_B w kG/mm²	Nr próbki	Temperatura pomiaru w C⁰	U w kGm/cm²
1	20	125,7	1	21	13,8
2	100	120,3	2	103	12,3
3	201	111,4	3	202	10,5
4	300	97,6	4	300	8,5
5	401	81,8	5	403	5,9
6	501	64,5	6	502	3,3
7	550	50,8	7	601	1,9
8	602	38,2	8	650	2,0
9	625	32,8	9	700	4,1
10	700	21,1			



Rys. 4—5. Własności mechaniczne wyżarzonego Cu Mn 5.

Jak z powyższych tablic i wykresów wynika, w porównaniu do badań Rudeloffa, badania próbek wyżarzonych, w zakresie od temperatury otoczenia do 400°, wykazują nieco wyższe wartości wytrzymałości na rozciąganie i dużo wyższe na przewężenie, natomiast niższe na wydłużenie. Być może, że wyższe własności na wydłużenie uzyskał Rudeloff przez zastosowanie innej długości pomiarowej próbki, czego nie byliśmy w stanie stwierdzić.

W naszych badaniach po pewnym spadku, w temperaturze od 20 do 100°, wytrzymałość na rozciąganie utrzymuje się prawie stała do 300°, od której zaczyna się gwałtowniejszy spadek, osiągając w temperaturze 500° jeszcze wytrzymałość równą wytrzymałości miedzi w temperaturze otoczenia, t. zn. 23 kG/mm².

Przewężenie jest bardzo wysokie i prawie stałe do 300°, po czym maleje, lecz gwałtowny spadek następuje dopiero poniżej 450°. Po osiągnięciu minimum, wynoszącego 41,5% w temperaturze 550° następuje dość szybki wzrost.

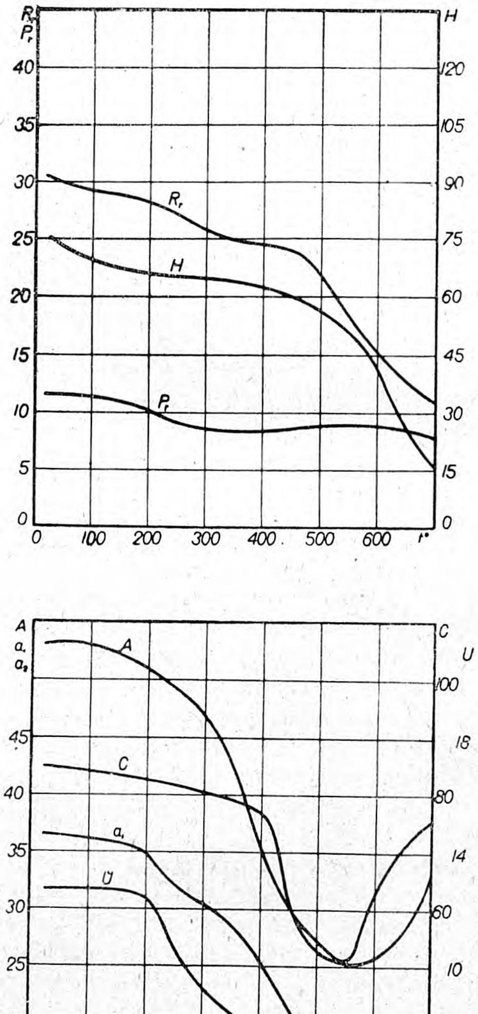
Wydłużenie wykazuje ciągły, równomierny spadek od 23% w temperaturze 20° do 8% w temperaturze 550°, po czym następuje silny wzrost.

Natomiast twardość wykazuje ciągły, prawie równomierny spadek od wartości HB = około 126 w temperaturze 20° do HB = około 21 w temperaturze 700°.

Udarność zachowuje sie podobnie, spadając od wartości U = około 14 kG/cm² w temperaturze 20° do U = oko o 2 kG/cm² w temperaturze 600°, po czym następuje silny wzrost.

B. Badanie próbek ogrzewanych w temperaturze 800° w ciągu ½ godziny i następnie hartowanych w wodzie o temperaturze otoczenia.

Tabele IV i V podają wyniki liczbowe, a rys. 6 i 7 przedstawiają je w ujęciu graficznym.



Rys. 6—7. Własności mechaniczne hartowanego Cu Mn 5.

TABELA IV.
Własności mechaniczne hartowanego CuMn 5.

Nr próbki	Temperatura pomiaru w C⁰	R_r w kG/mm²	P_r w kG/mm²	A_{10} w %	a_1 w %	a_2 w %	C w %
1	21	30,6	9,4	53,6	36,5	17,1	84,6
2	102	29,3	11,2	53,0	36,0	17,0	84,0
3	201	28,4	10,1	51,0	35,0	16,0	83,6
4	250	27,2	8,8	50,0	32,0	18,0	82,1
5	300	25,6	8,8	47,0	30,6	16,4	81,0
6	354	25,1	8,6	41,0	29,0	12,0	80,0
7	400	24,8	8,2	36,0	25,0	11,0	76,7
8	450	24,4	8,4	30,0	20,8	9,2	59,1
9	502	22,3	8,8	27,4	20,0	7,4	53,8
10	551	17,4	8,8	26,0	11,0	15,0	50,5
11	600	15,2	8,5	32,0	15,0	17,0	51,7
12	651	12,4	8,3	34,0	17,0	17,0	55,8
13	702	10,6	7,8	38,0	20,0	18,0	66,4

TABELA V.
Twardość i udarność hartowanego CuMn 5.

Nr. próbki	Temperatura pomiaru w C⁰	H_B w kG/mm²	Nr. próbki	Temperatura pomiaru w C⁰	U w kGm/cm²
1	21	76,0	1	20	12,7
2	100	71,2	2	101	12,5
3	201	66,1	3	200	12,7
4	300	64,8	4	302	9,2
5	401	62,1	5	400	7,6
6	502	57,4	6	503	6,2
7	552	50,0	7	602	4,1
8	601	30,6	8	651	5,2
9	652	24,6	9	701	5,7
10	700	16,3			

W porównaniu z próbkami wyżarzonymi, próbki hartowane wykazują niższe wartości wytrzymałościowe na rozciąganie, lecz o wiele wyższe wydłużenia i przewężenia.

Wytrzymałość na rozciąganie wykazuje ciągły, prawie równomierny, spadek od wartości Rr = około 31 kG/mm_2 w temperaturze 20_0 do wartości Rr = około 24 kG/mm² w temperaturze 450⁰, po czym następuje gwałtowniejszy spadek.

Wydłużenie posiada prawie wartość stałą do A_{10} = 26% w temperaturze 550⁰, następnie wzrasta.

Przewężenie utrzymuje się prawie stałe do wartości C = 80% w temperaturze 350⁰, następnie gwałtownie spada do minimum, wynoszącego C = około 50% w temperaturze 550⁰, po czym wzrasta.

Natomiast twardość zachowuje się podobnie jak wytrzymałość na rozciąganie, a udarność jak wydłużenie całkowite z tym, że spadek zaczyna się już przy 200⁰.

Wnioski.

Jak z powyższych badań wynika, próbki hartowane posiadają cechy plastyczne wybitnie lepsze, a cechy wytrzymałościowe nieco gorsze od próbek wyżarzonych, to też tam, gdzie materiał pracuje na uderzenie w podwyższonych temperaturach, należałoby stosować raczej materiał w stanie hartowanym, a tam gdzie pracuje statycznie — w stanie wyżarzonym.

Nie znając odporności na pełzanie wyżej wymienionego brązu, która sądząc po jego temperaturze topienia (temperatura solidusu = 990⁰), nie może być w temperaturze powyżej 300⁰ wysoka, nie należałoby tego stopu polecać do pracy powyżej tej temperatury, aczkolwiek wszystkie własności dla brązu hartowanego, aż do 400⁰ są jeszcze bardzo wysokie i nie wiele się różnią od własności w temperaturze otoczenia.

Wszystkie cechy plastyczne zarówno próbek wyżarzonych, jak i hartowanych, osiągają swoje minimum w temperaturze około 550⁰.

Praca wykonana w roku 1941 w Zakładzie Metalurgicznym Politechniki Warszawskiej, wspólnie ze ś.p. Edwardem SATERNUSEM, człowiekiem o niezwykłym harcie ducha, nieprzeciętnej przedsiębiorczości i pracowitości, poległym w Warszawie podczas Powstania 1944 r.

Niechaj na tym miejscu wolno mi będzie, przez opublikowanie wyników niniejszej pracy, złożyć Mu hołd, na który w zupełności zasłużył.

K. W.

Sprawy kotłów parowych

Inż. mech. PIOTR ORŁOWSKI

Stan obecny budowy kotłów w Polsce. — Budowa kotłów w Polsce przed wojną i w czasie okupacji. — Konstrukcje przedwojenne. — Konstrukcje podczas okupacji. — Sprawa konstrukcji powojennych.

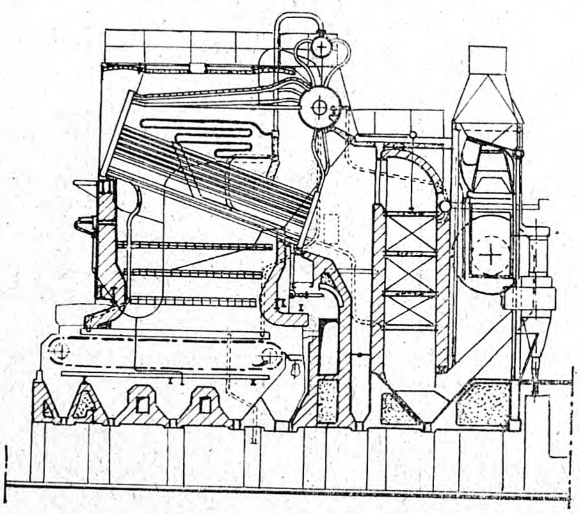
WSTĘP

Po zakończeniu działań wojennych przystąpiono w Polsce do uruchamiania istniejących kotłów. W wielu wypadkach trzeba było przeprowadzać remonty, część ich wykonano, część jest obecnie wykonywana, część czeka na wykonanie. Od lipca 1945 roku przystąpiono do montażu kotłów rozpoczętych przez okupanta. W sporadycznych wypadkach myślano w połowie 1945 r. o zainstalowaniu nowych kotłów. Koszt instalacji kotłowej stanowi tak duży wydatek dla przedsiębiorstwa, że każdy kierownik przedsiębiorstwa musi przed decyzją stworzyć możliwości sfinansowania tej inwestycji. Dlatego też w Polsce dopiero 3-letni plan gospodarczy wznowił życie w budowie nowych kotłów.

Zagadnienie kotłów jest bardzo obszerne i aby odpowiedzieć na pytanie postawione w tytule w ramach jednego artykułu, ograniczę się do omówienia tylko k o t ł ó w o p ł o m k o w y c h.

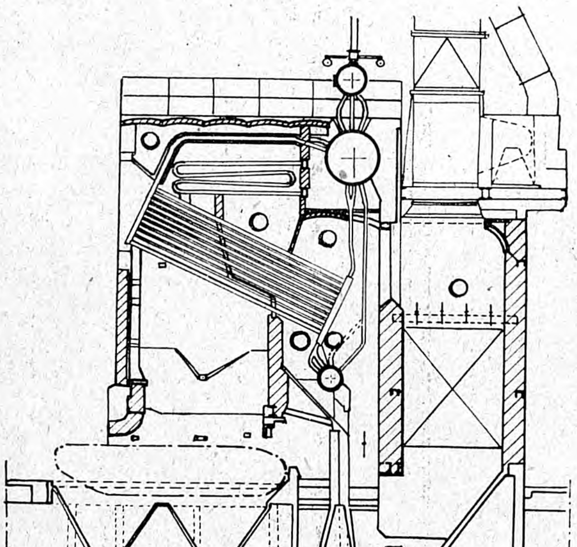
Przed wojną w Polsce kotły opłomkowe budowały zakłady Babcock-Zieleniewski w Sosnowcu, Cegielski w Poznaniu, Zakłady Ostrowieckie w Warszawie i Stocznia Gdańska. Podczas okupacji

budowały kotły te same fabryki, oprócz Stoczni Gdańskiej, o której nie słyszałem, aby instalowała w Polsce większą jednostkę, poza wykańczaniem robót rozpoczętych przed wojną. Podczas okupacji na naszych terenach postawiło lub rozpoczeło budowę kotłów szereg firm niemieckich, jak Babcock w Oberhausen, Borsig, Steinmüller i inne, o nazwach mniej głośnych. Po zakończeniu działań wojennych wznowił działalność Bobcock-Zieleniewski i Cegielski. W czerwcu 1945 r. zapadła decyzja, ze względu na specjalizację produkcji, likwidacji działu kotłów stałych u Cegielskiego.



Rys. 1. Typowa konstrukcja kotła f-my Babock-Zieleniewski.

Zagadnieniem kotłów opłomkowych zajmuje się dzisiaj Zjednoczenie Przemysłu Kotlarskiego, a budową w ramach Zjednoczenia — fabryka Babcok-Zieleniewski w Sosnowcu. W najbliższym



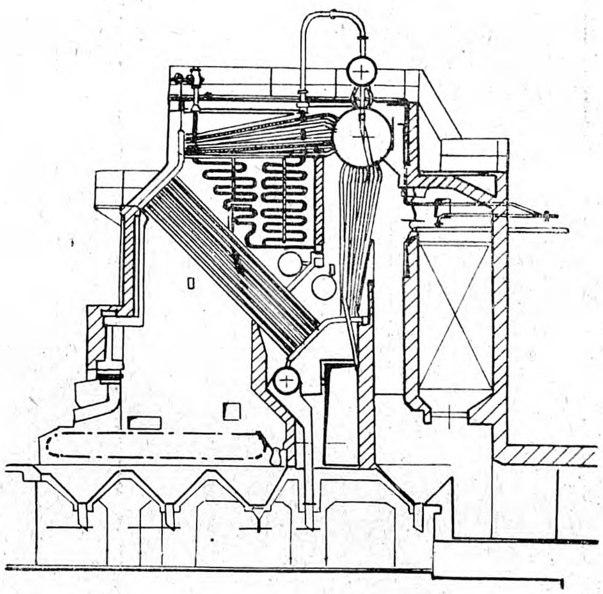
Rys. 2. Kocioł konstrukcji Cegielskiego z odprowadzeniem mieszanki paro-wodnej z górnego końca przedniej sekcji do przestrzeni parowej górnego walczaka.

czasie powołane będzie do życia Centralne Biuro Techniczne Kotłowe z tymczasową siedzibą w Sosnowcu.

Dotychczas, o ile chodzi o kotły opłomkowe, rolę Centralnego Biura spełnia Biuro Techniczne fabryki Babcock-Zieleniewski.

Konstrukcje przedwojenne.

Najbardziej rozpowszechniony był w Polsce typ kotłów sekcyjnych z poprzecznym górnym walczakiem. Typową konstrukcję stosowaną przez fabrykę Babcock-Zieleniewski przedstawia rys. 1. Na rys. 2. widzimy kocioł charakterystycznej konstrukcji Cegielskiego z odprowadzeniem mieszanki paro-wodnej z górnego końca przedniej sekcji do przestrzeni parowej górnego walczaka. Na rys. 3. widzimy ko-



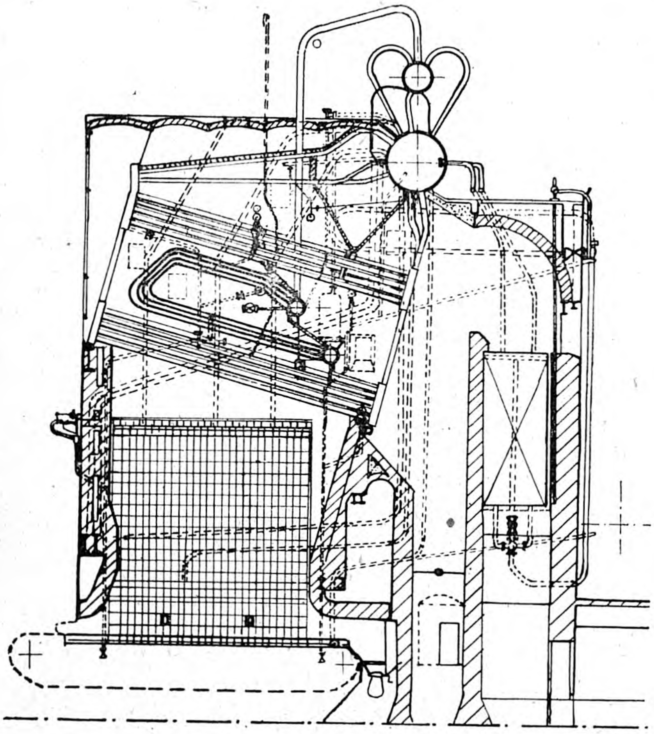
Rys. 3. Kocioł sekcyjny budowy stoczni Gdańskiej o opłomkach pochylonych pod kątem 45^0.

cioł sekcyjny budowy Stoczni Gdańskiej charakterystyczny pochyleniem opłomek pod kątem 45^0, lecz to pochylenie, mające swoje plusy, spowodowało trudności konstruktorom w budowie komory paleniskowej i kanałów dla spaleń i w związku z tym popełniono dużo błędów. Uważam tę konstrukcję za mniej udaną. Przy większych jednostkach budowano kotły sekcyjne dwupęczkowe, a dla zwiększenia wydajności, zwiększenia trwałości komory paleniskowej wprowadzono ekranowanie ścian komory paleniskowej; taki kocioł jest przedstawiony na rys. 4, budowy Babcock-Zieleniewskiego.

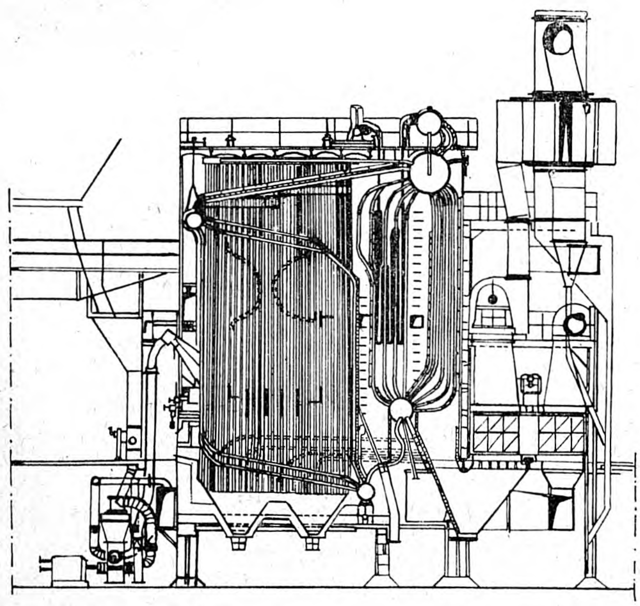
Kotły Cegielskiego tego typu miały inne rozwiązanie konstrukcyjne w szczegółach, lecz ich sylwetka ogólna była podobna.

Kotły sekcyjne tego typu zbudowane zostały u nas dla wydajności 80 ton pary na godzinę.

Poza kotłami sekcyjnymi budowano przed wojną w Polsce kotły stromorurkowe. Zakłady Ostrowieckie rozpoczęły produkcję kotłów stałych na kilka lat przed wojną i wystąpiły na rynek z konstrukcją nowoczesną f-my Wiesner w Czechosłowacji, rys. 5. Kilka instalacji kotłowych tego typu zostało ustawionych.

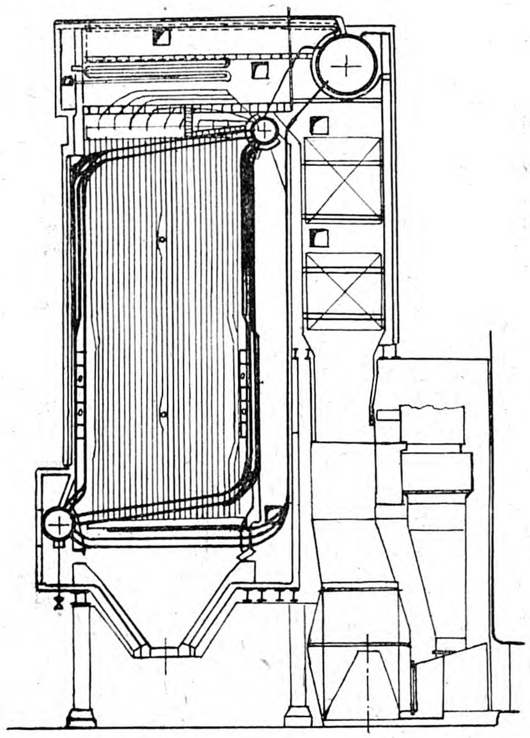


Rys. 4. Kocioł budowy f-ki Babcock-Zieleniewski z ekranowanymi ścianami komory paleniskowej.



Rys. 5. Nowoczesna konstrukcja kotła stromorurkowego Zakładów Ostrowieckich.

Zagranicą coraz większe rozpowszechnienie zdobywały kotły opromieniowane. Pierwszy kocioł opromieniowany postawił Cegielski w 1936 r., rys. 6, uzyskawszy licencję koncernu amerykańskiego „Lopulco". Drugi kocioł rozpoczął budować, lecz wykończył podczas okupacji już nie jako Cegielski, ale DWM (Deutsche Waffen — u. Munitionsfabriken A. G.). Jednym z wielu czynników rozpowszechniania się kotłów opromieniowanych było mniejsze zużycie materiału do budowy. Obliczając wagi kotłów opro- opromieniowane są lżejsze od 10 — 25% w zależności od wielkości kotłów i zdolności projektujących konstruktorów. Przy kotłach o wydajności poniżej 20 t/godz. różnica jest mała, może wynosi nawet zero.



Rys. 6. Kocioł opromieniowany f-my Cegielski.

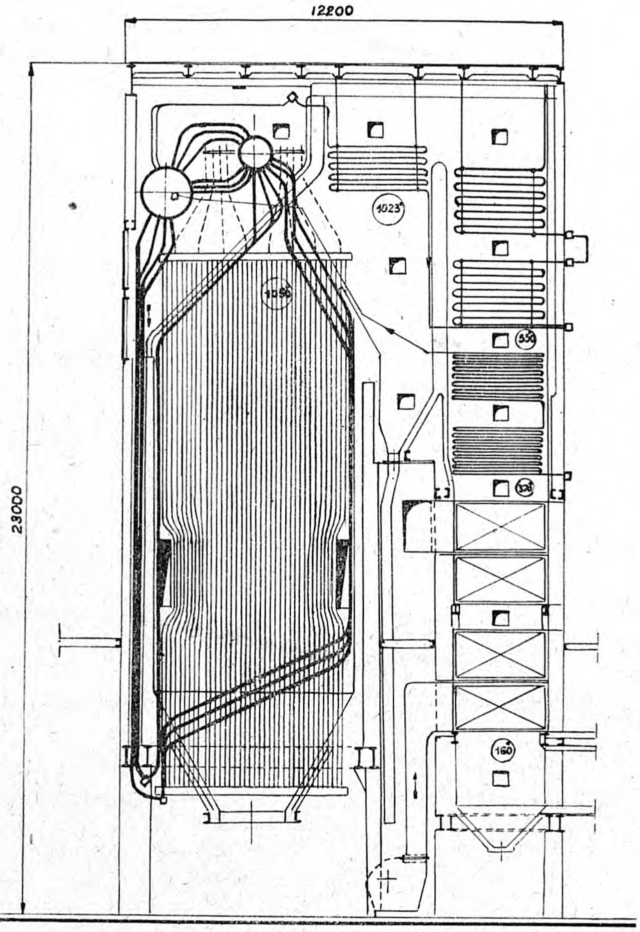
Cegielski i Stocznia Gdańska posiadały przed wojną licencję na budowę kotłów systemu La Mont o przymusowej cyrkulacji wody. Stocznia Gdańska zbudowała na Śląsku jedną instalację.

Konstrukcje podczas okupacji.

Niemcy w pierwszym okresie wykonali kotły wg rozpoczętych projektów w naszych fabrykach. U Cegielskiego DWM wprowadziło nową konstrukcję kotła sekcyjnego z powierzchnią opromieniowaną, lecz na naszych terenach nie uzyskało żadnego zamówienia; kilka kotłów tego typu stawiało w Niemczech, lecz do końca wojny ani jeden kocioł nie został uruchomiony. Babcock-Zieleniewski podczas wojny, występujący jako f-ma „Ferrum, Werk Sosnowitz", budował swe dawne kotły i przy współudziale Babcocka z Oberhausen — skonstruował kocioł sekcyjny dwuciągowy z powierzchnią opromieniowaną, z paleniskiem na pył węglowy. W tym roku kocioł będzie uruchomiony, obecnie jest w montażu. Kocioł ten jako typ i charakter konstrukcji odpowiada kotłom lansowanym przez DWM w Poznaniu. Babcock-Zieleniewski skonstruował poza tym kocioł sekcyjny jednopęczkowy dwuciągowy z ekranowaniem bocznych ścian rurami i rozpoczął budowę tych kotłów.

Zakłady Ostrowieckie podczas okupacji wykonały kotły „Wiesner'a" wg zamówień z roku 1939, zamówienia z okresu okupacji nie zostały zrealizowane.

Niemieckie fabryki kotłowe rozpoczęły budowę szeregu kotłów o różnej konstrukcji, kilka instalacji wykończyły, reszta pozostała nam do wykończenia. Większość instalacji to kotły opromieniowane, zbliżone do typu ustalonego w Niemczech w roku 1938 jako „Einheitskessel", typ znormalizowany, rys. 7. Mimo dużego talentu niemieckiego do normalizacji do końca wojny normalizacja typów nie została przeprowadzona. W początkach 1939 roku chwalili się przede mną wybitni specjaliści kotłowi w Berlinie ze swego „Einheitskessel" i spodziewali się ogromnych oszczędności na pracy konstruktorów i znacznego przyspieszenia wykonania.



Rys. 7. Kocioł opromieniowany typ znormalizowany.

Po przerwie wywołanej wojną rozpocząłem znowu pracę w dziedzinie kotłowej i po zapoznaniu się z kostrukcjami ustawianych kotłów widzę, ze charakter tych kotłów stanowi typ „Einheitskessel", lecz poszczególne kotły wykazują duże różnice konstrukcyjne.

Ze specjalnych typów rozpoczęli u nas niemcy budowę dwóch instalacji z kotłami Bensona i jednej instalacji z kotłami La Mont.

Konstrukcje powojenne?

W podtytule tego rozdziału postawiłem rozmyślnie znak zapytania, bo konstrukcji nowych powojennych u nas jeszcze nie ma. Należy odpowiedzieć na ten znak zapytania.

Przed wojną stan kotłów był w Polsce opłakany, okupant pogorszył ten stan, forsując i nie dbając o konserwację, a obsługa, złożona przeważnie z Polaków, dołożyła swój udział w niszczeniu kotłów, aby przez wypadnięcie kotłów z ruchu utrudniać pracę fabryk. Aby to wszystko odrobić trzeba postawić wiele jednostek. Akcja w tym kierunku została rozpoczęta przez 3-letni plan inwestycyjny. Zamówienia na kotły zaczynają już nie nadchodzić, ale sypać się. Dla opracowania tych zamówień potrzebni są konstruktorzy kotłowi. Nie było ich wielu przed wojną, wojna porobiła szczerby, a resztę uratowaną zebrać nie łatwo w obecnych trudnych warunkach materialnych dla rzesz pracujących. Dlatego też konstrukcje powojenne nie będą w 1946 roku i ewentualnie w 1947 roku nowymi konstrukcjami, trzeba będzie bowiem stawiać kotły takie, na które są albo rysunki, albo materiały główne i t. d.

Wskutek tego będą budowane wszystkie typy pokazane na rysunkach 1 do 7, oprócz rys. 3 (Stocznia Gdańska).

To wszystko odnosi się do okresu powojennego przejściowego. Dalsza przyszłość, to przyszłość kotłów opromieniowanych i kotłów z przymusową cyrkulacją — w tym kierunku pójdziemy.

Nowy parowóz towarowy serii Ty-45

Inż. GUSTAW BRYLING

Budowa parowozów serii 52. — Założenia konstrukcyjne nowego typu parowozu towarowego. — Zasadnicze różnice między nowym typem Ty-45 a typem Ty-37. — Charakterystyka parowozu Ty-45. — Opis nowego parowozu.

Już w pierwszym miesiącu po skończeniu się okupacji powstało pytanie, jakiego typu parowozy mają być budowane w kraju w najbliższych latach.

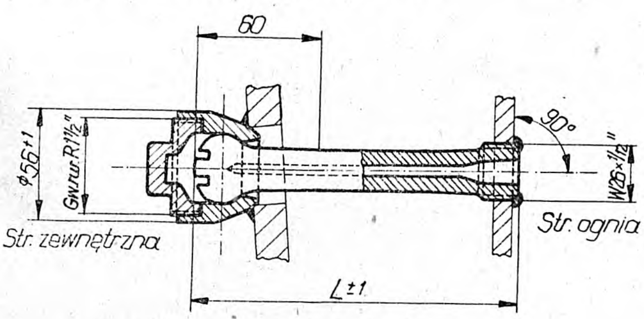
Poczynając od roku 1942 wszystkie fabryki parowozów zarówno w krajach okupowanych jak i w Niemczech budowały prawie bez wyjątku parowozy serii 52.

Te lekkie parowozy o nacisku osi wiązanych na szyny zaledwie 14,9 — 15 ton, nie posiadające dostatecznej mocy dla wożenia ciężkich pociągów, musiały być jednak dalej budowane w roku 1945 i w początku roku 1946, aby zużytkować zmagazynowaną wielką ilość ich części składowych, oraz by zachować ciągłość pracy w wytwórniach aż do ukończenia niezbędnych przed budową nowego typu przygotowań, polegających na opracowaniu nowych rysunków, wykonaniu odpowiednich urządzeń pomocniczych i na zaopatrzeniu fabryk w niezbędne nowe przyrządy i narzędzia.

Ciężkie warunki, w jakich po skończonej wojnie znalazły się wytwórnie taboru kolejowego oraz brak personelu technicznego, a z drugiej

strony — konieczność jaknajszybszego zaopatrzenia kolei w parowozy o większej mocy, skłoniły Ministerstwo Komunikacji do postanowienia, by rozpocząć uzupełnienie zniszczonego parku parowozowego, do budowy nowych parowozów towarowych, których pierwowzorem byłaby przedwojenna seria Ty-37 z tym, że w niej byłaby przeprowadzone ulepszenia konstrukcyjne oraz możliwe oszczędności na materiałach i na robociźnie.

Taka decyzja była powzięta w przewidywaniu że nowy parowóz o zupełnie odmiennej konstrukcji przechodziłby na początku, jak to zwykle bywa, różne niedomagania, których usunięcie wymagałoby pewnego czasu, co opóźniłoby dostawę większej ilości nowych parowozów.

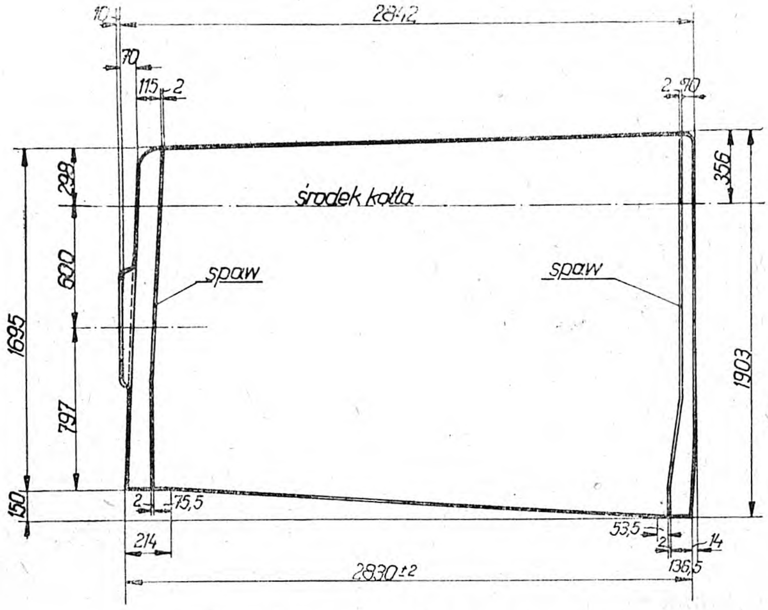


Rys. 2. Zespórka przegubowa.

Stosując się przy opracowaniu konstrukcji do podanych powyżej wytycznych, wyzyskano w dużym stopniu doświadczenie nabyte podczas wojny przy budowie parowozów niemieckich serii 50, 86, a zwłaszcza serii 52, gdzie specjalna uwaga była zwrócona ku jaknajwiększemu wyzyskaniu materiału, ku stosowaniu najprostszych sposobów wykonania i skasowaniu wszelkiej zbędnej obróbki części parowozowych.

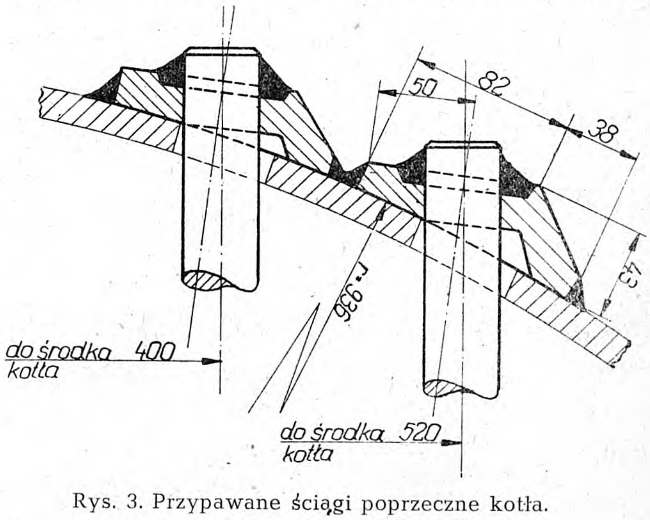
Nowe parowozy zostały oznaczone jako typ Ty-45, a przeprowadzone główne zmiany odróżniającego go od typu Ty-37 są następujące:

1) Wskutek powszechnego braku miedzi zastosowano zamiast miedzianych nitowanych, stalowe całkowicie spawane skrzynie ogniowe;
2) W górnych rzędach zespórkowych na ścianach bocznych, drzwiczkowych i gardzielowych, oraz w naroznikach aż do dołu stojaka zostały zastosowane zespórki przegubowe amerykańskiego typu zamiast zespórek sztywnych;



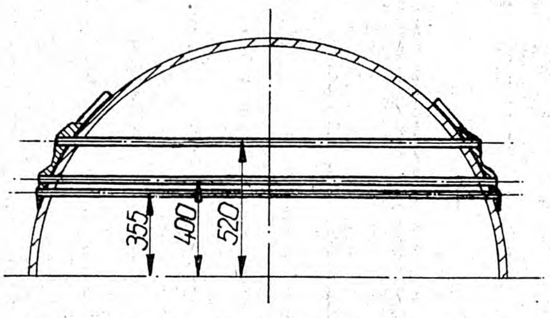
Rys. 1. Skrzynia ogniowa spawana.

3) Nitowanie nasady dla armatury oraz innych części umocowanych na kotle zostały zmienione na nasady przypawane;
4) Zamiast wkręcanych gwintowanych ściągów poprzecznych nad skrzynią ogniową wprowadzono ściągi przypawane do nasad na płaszczu stojaka kotła;



Rys. 3. Przypawane ściągi poprzeczne kotła.

5) W celu otrzymania większego przegrzewu dodano jeden rząd płomieniówek nad górnym rzędem płomienic;
6) Brązowe części parowozu, jak np. armatura kotłowa, panwie maźnicze, zastąpiono odpowiednio przekonstruowanymi częściami ze staliwa, żeliwa lub stali;

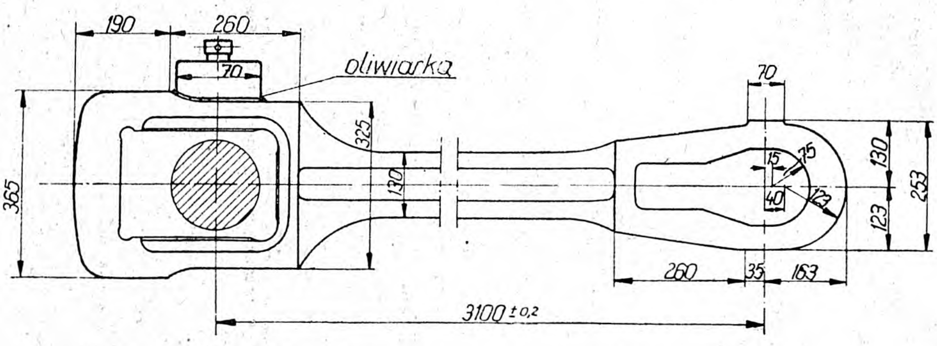


Rys. 4. Przypawane ściągi poprzeczne kotła.

11) Skasowano przewiercanie osi zestawów kołowych w celu zwiększenia nacisku osi na szynę, obniżonego wskutek zastosowania, lżejszej od miedzianej, stalowej skrzyni ogniowej;

12) Zmieniono otwartą z tyłu, nitowaną budkę maszynisty na budke spawaną, wszechstronnie zakrytą i przystosowaną do połączenia z tendrem za pomocą harmonii;

13) Dla zmniejszenia operacyj kuźniczych różne ciągła,dzwignie, wieszaki, wały i t. p. zostały przewidziane w wykonaniu spawanym.

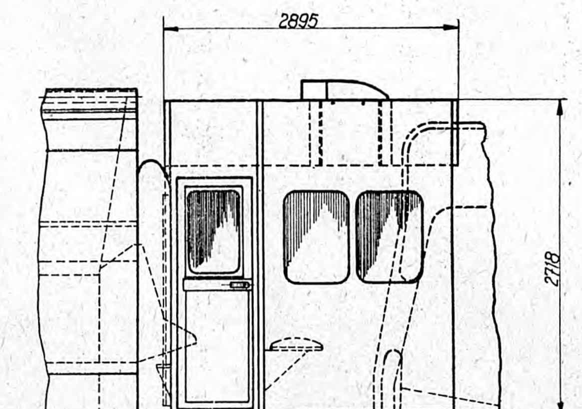


Rys. 5. Oliwiarka przypawana do głowy korbowodu.

7) Wzorując się na praktyce amerykańskiej usunięto zbędne centralne zamknięcie drzwi dymnicy, dodając w zamian zwykłe zamknięcia dociskowe;

8) Zamiast popielnika nitowanego zastosowano całkowicie spawany popielnik;

9) Nitowanie przedniej ściany dymnicy zastąpiono spawaniem;



Rys. 6. Budka maszynisty i połączenie jej z tendrem.

10) W celu łatwiejszego wykonania korbowodów i wiązarów zastosowano przypawanie oliwiarek wytłaczanych z blachy;

Charakterystyka parowozu Ty-45.

Układ osi 1—5—0.

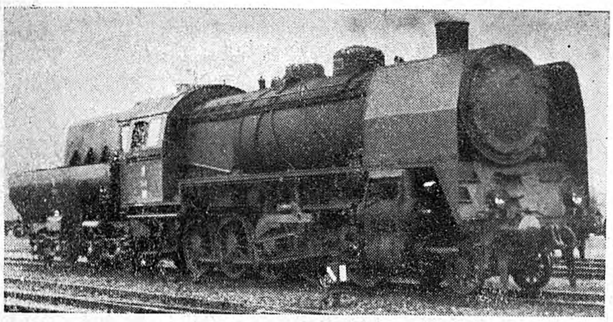
Średnica kół wiązanych	1450	mm
„ „ tocznych	860	mm
Rozstęp osi skrajnych	9050	mm
„ osi nieprzesuwnych (sztywna baza)	3200	mm
Ilość cylindrów	2	
Średnica cylindra	630	mm
Skok tłoka	700	mm
Nadprężność pary	16	kg/cm²
Powierzchnia rusztu	4,5	m²
Powiechnia ogrzewalna po stronie gazów:		
paleniska	16,5	m²
płomienic	86,5	m²
płomieniówek	93,7	m²
Powierzchnia ogrzewalna całkowita	196,7	m²
„ „ przegrzewacza	84,1	m²
„ „ kotła i przegrzewacza	280,8	m²
Największa szybkość	75	km/h
Ciężar parowozu w stanie próżnym	90,6	t
„ „ „ roboczym	97,6	t
„ „ napędny	85,5	t
Największy nacisk na szyny	17,1	t
Największa siła pociągowa parowozu		

$$\frac{0,75 \cdot p \cdot d^2h}{D} = 22990 \text{ kg}$$

Opis parowozu Ty-45

Kocioł o zewnętrznej średnicy 1878 mm przedniego i 1838 mm tylnego walczaka jest swą dymnicą sztywno przymocowany do podstawy, tworzącej jedną całość z międzycylindrowym połączeniem ramy parowozu. Z tyłu kocioł opiera się swym stojakiem na staliwnych poprzecznych połączeniach ramy parowozu za pośrednictwem rolek, umożliwiających swobodne przesuwanie się

kotła na tylnym oparciu. Cylindryczna część kotła jest poza tym związana z ramą parowozu za pomocą 2 blach wahadłowych, przejmujących boczne siły bezwładności kotła podczas jazdy na łukach i podtrzymujących ramę przy podnoszeniu



Rys. 7. Parowóz towarowy serii Ty-45.

parowozu. Kocioł jest wyposażony w armaturę znormalizowaną, w przegrzewacz syst. Schmidta, zasuwę spustową typu Friedmanna i 2 zawory bezpieczeństwa „Pop-Coale". Do zasilania kotła służą inżektor Metcalfa działający parą odlotową z lewej strony oraz inżektor Friedmanna na parę świeżą z prawej strony kotła. Przegrzewacz posiada oddzielne skrzynie dla pary nasyconej i przegrzanej. Dla oczyszczania rusztu służy jego środkowa wywrotowa część, uruchamiana z budki maszynisty.

Kocioł posiada drzwiczki paleniskowe syst. Marcotty, umożliwiające doprowadzenie dotatkowego powietrza do skrzyni ogniowej.

Rama parowozu składa się z dwóch ostojnic o grubości 90 mm, związanych między sobą rozpoczynając od przodu: czołownicą, staliwnym połączeniem międzycylindrowym, którego górna część służy podstawą dla dymnicy kotła, staliwnymi połączeniami między osiami i staliwną skrzynią sprzęgową w tylnym końcu ramy. Górne pasy obydwu ostojnic, na długości od połączenia międzycylindrowego aż do osi napędnej, są złączone za pomocą kątowników z poziomą blachą grubości 10 mm. Odresorowana rama parowozu opiera się w czterech punktach teoretycznych. Przednie dwa punkty stanowią połączone wahaczami resory półwózka i dwóch przednich osi wiązanych, a dwa punkty tylne — resory trzech tylnych osi.

Przedni półwózek typu Krauss - Helmholz'a dozwala przesuw boczny zestawu tocznego po 125 mm w obydwie strony.

Pierwsza i piąta oś wiązane mają przesuwy boczne do 25 mm. Sztywna baza parowozu, między drugą a czwartą osią, wynosi 3200 mm.

Zewnętrzne cylindry parowe o średnicy 630 mm i skoku tłoku 700 mm z wewnętrznym wlotem pary posiadają: suwaki o średnicy 300 mm, zawory bezpieczeństwa na pokrywach, kurki odwadniające i automatyczne wyrównawcze ciśnienia. Rozrząd pary jest syst. Walsheart'a.

Smarowanie cylindrów parowych, suwaków i dławików tłokowych i suwakowych odbywa się za pomocą 2 pomp smarowych Friedmanna o napędzie od osi zestawu kotłowego i umieszczonych na pomoście z obydwóch stron kotła. Te pompy, posiadające oddzielne przedziały dla dwóch gatunków smaru (cylindrowy i osiowy), podają również smar do maźnic osiowych i do czopa półwózka.

Parowóz Ty-45 jest wyposażony w hamulec powietrzny syst. Westinghouse'a, działający na koła wiązane jednostronnie. Nacisk na klocki przy hamowaniu głównym kranem maszynisty stanowi 57,8%, a przy hamowaniu kranem dodatkowym 82,3% ciężaru parowozu.

Parowóz jest wyposażony w urządzenia do ogrzewania pociągów, w turbogenerator dla oświetlenia reflektorów, budki maszynisty i części napędu, oraz szybkościomierz.

Nie od rzeczy będzie nadmienić, że sprowadzane przed wojną z zagranicy precyzyjne urządzenia parowozowe, jak to: inżektory Metcalfa, pompy smarowe Friedmanna i szybkościomierze zostały obecnie dla parowozów Ty-45 całkowicie wykonane w wytwórniach krajowych.

Porównawcze obliczenia dla parowozów Ty-42 (dawna seria niemiecka 52) i Ty-45 wykazały, że największa moc parowozu Ty-42 przy najekonomiczniejszej szybkości 63,5 km/godz wynosi 1500 KM, podczas gdy moc parowozu Ty-45 wynosi 1720 KM przy szybkości 64,5 km/godz. a siły pociągowe przyczepne przy szybkości 30 km/godz dla tych parowozów będą wynosiły 14400 kg dla Ty-42 i 16100 kg dla Ty-45.

Fabrykacja prototypu

Inż. MARIAN WAKALSKI.

Definicja prototypu. — Biuro konstrukcyjne. — Przygotowanie materiałów. — Opracowanie warsztatowe. — Warsztat produkcyjny czy warsztat doświadczalny. — Próby prototypu. — Warunki techniczne i odbiorcze. — Narzędziownia.

Definicja prototypu. Równolegle z formami bieżącego życia podlegają ewolucji założenia poszczególnych konstrukcyj mechanicznych. Najwłaściwsze dla danego etapu rozwoju założenia zostają utrwalone, jako podstawa do dalszego wytwarzania tych konstrukcyj w nowej, będącej wyrazem postępu postaci. Założenia te przyjmują realną postać w sprzęcie próbnym, doświadczalnym, t.zw. prototypie. By cel został osiągnięty wytwarzanie prototypu winno być nie tylko sprawdzianem umiejętności samodzielnego myślenia konstruktora, lecz jednocześnie winno gruntować umiejętność wytwarzania i doboru najwłaściwszego w rodzimych warunkach materiału; proces fabrykacyjny musi być wyrazem szukania i odnalezienia właściwej metody wytwarzania.

Charakter doświadczalny prac winien zamykać się formami praktycznymi, dostatecznie doskonałymi, by na nich oprzeć proces powielania

danej konstrukcji.

Biuro konstrukcyjne. Przystępując do ustalenia założeń sprzętu mechanicznego nowej konstrukcji, biuro konstrukcyjne rejestruje żądania i spostrzeżenia tego, kto dany sprzęt będzie używał. W drodze wymiany poglądów sprowadza je do form możliwych do zrealizowania przy istniejących środkach warsztatu wykonawczego; jednoczesnie uzgadnia je ze stanem współczesnym danej gałęzi teorii i praktyki.

Opracowując rysunki wykonawcze konstruktor winien uwzględniać współczesne czynniki fabrykacji w całej rozciągłości, a więc: dobór i przygotowanie materiałów, procesy metalurgiczne i termiczne, korzystne kształty ze względu na wytrzymałość i wykonanie, określenie baz dla obróbki mechanicznej i pomiarów, scalania poszczególnych części i ich współdziałanie. Należy uznać za błędny pogląd, że rysunek konstrukcyjny prototypu może mieć postać szkicu, doraźnie opracowanego. Praktyka bowiem uczy, że konstruktor nigdy więcej czasu nie poświeca danej części jak przy opracowywaniu jej pierwotnej postaci i postać ta niejako fundamentalna winna być starannie ujęta i wykończona.

Brak właściwego doboru czynników fabrykacyjnych w tej fazie prac nad prototypem z reguły stanowi przeszkodę w procesie fabrykacji, częstokroć niezmiernie trudną do usunięcia bez znacznej straty czasu i kosztów. Wypada nadmienić, że w dalszej ewolucji prototypu, w wyniku prób, poprawki bywają wnoszone nie zawsze przez tego, kto poraz pierwszy opracowywał rysunek danej części, a więc tym bardziej ten rysunek winien być zrozumiały i kompletny. Stosunek konstruktora do opracowywanych rysunków prototypu winno znamionować przekonanie, że będą one służyły do fabrykacji nie kilku sztuk, lecz seryj.

Wypadki niewłaściwego działania poszczególnych mechanizmów wykonanego prototypu nie należą do rzadkości; mechanizmy wymagają prób i poprawek, uciążliwych do przeprowadzenia w całkowicie zmontowanym sprzęcie. Rosną koszty i przesuwają się terminy zakończenia robót

Doświadczenia poczynione w tej dziedzinie dowodzą, że mechanizmy o znacznych zmianach w konstrukcji w stosunku do poprzednio stosowanych w danym typie, należy opracowywać fragmentarycznie i poddawać próbom, aż do uzyskania właściwego działania, po czym jako szczegół konstrukcji w postaci doskonałej wprowadzać do całości.

Taką metodę pracy możnaby nazwać analityczną; winna ona obejmować te zespoły, których udoskonalenie nada charakterystyczne piętno całości i zdecyduje o wartości maszyny. Stosowanie metody analitycznej pozwoli wykonywać kilka odmian danego zespołu w atmosferze pracy rzeczowej, bez pośpiechu, cechującego okres zakończenia całości.

Przygotowanie materiałów. Fabrykacja prototypu musi mieć charakter badawczy i sprawdzenia robotą całego procesu, a w szczególnosci tych czynności, które stanowią istotną trudność, a ponadto mają znaczenie decydujące dla przyszłego wytwarzania w seriach.

To co powyżej wspomniałem, winno znaleźć zastosowanie odnośnie materiałów i ich przygotowania. Konstruktor winien do sprzętu prototypowego stosować wszelkie zdobycze w dziedzinie materiałowej, zarówno pod względem wytrzymałosci, zużywalnosci, ciężaru, jak i kosztu, posiadanego zapasu w kraju, oraz stopnia opanowania procesów wytwórczych i przetwórczych.

Okres prób prototypu i zainwestowane koszty badań przemawiają zatem, by właśnie na prototypie poddano sprawdzeniu zachowanie się materiałów zastępczych. O właściwości takiego działania decyduje łatwość dyskwalifikacji pewnego materiału, wprowadzonego do budowy jednostki, a nie do znacznych ilosci maszyn danego typu, oraz stosunkowo nieznaczny dodatkowy koszt wykonania tych samych cześci z kilku gatunków materiałów dla zbadania i porównania.

W każdej fazie przygotowania obranego materiału winny byc zapewnione środki i opanowane metody, przy czym należy zwrócić uwagę czy przyjęte srodki okażą się dostateczne na wypadek przejscia na fabrykację w seriach bez hamowania ciągłej produkcji.

Chciałbym w tym omówieniu zwrócić uwage na zbyt optymistyczną ocenę posiadanych środków produkcyjnych, częstokroć zaangażowanych i przeciążonych bieżącymi robotami. Nie należy unikać przygotowania specjalnych narzędzi kuźniczych, jak: foremniki, stemple, wykroje i t. p. zwłaszcza dla części o skomplikowanych kształtach. Przygotowanie materiałów bez właściwych srodków, doraźnie dobranymi sposobami, jak np. kucie swobodne z nadmiernymi naddatkami na obróbkę nie pozwala okreslić nawet w przybliżeniu kosztu i czasu wykonania danego prototypu. Nie zdobędziemy w tych warunkach dostatecznych elementów do dalszych prac około przygotowania fabrykacji seryjnej, po zakończeniu studiów pierwszej sztuki. Pragnę też podkreślić konieczność sprawdzenia i uzupełnienia t. zw. rysunków materiałowych, oceny przyjętych kształtów wymiarów, naddatków na obróbkę mechaniczną i potrzeby śrutowania do obróbki termicznej, oraz analizy, czy daną część obrabiać, czy też wykonać tak, by obróbka mechaniczna okazała się zbędna. Praktyka wykazuje, że u pewnych maszyn nie przeprowadzono w czas tej analizy, zaś wszelkie zmiany, gdy już mamy pewne zapasy danego typu, natrafiają na trudności wprost nie do pokonania ze względu na wymienność, oraz z powodu pewnej bezwładności opanowanych procesów fabrykacyjnych.

W doborze wykonawców poszczególnych materiałów musimy dążyć do współpracy z tymi, którzy zapewnią należytą jakość oraz wykonanie znacznych partyj. W danym wypadku musimy dążyć do tego, by w okresie prób nabyte doświadczenie zostało wykorzystane i dopiero po jego pogłębieniu zdobywamy łatwość w przekazywaniu do wykonania partyj materiałów tam, gdzie i inne czynniki bez zmiany jakości będą układały się najkorzystniej.

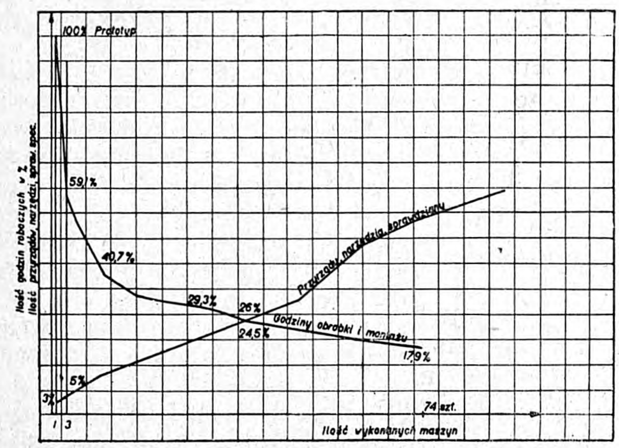
Opracowania warsztatowe. Przygotowanie fabrykacji ma za zadanie: ułatwić wykonanie prototypu połączone ze sprawdzeniem i w wyniku z ulepszeniem zastosowanych pomocy, stworzyć podstawy do określenia czasów wykonania poszczególnych czynności, części, zespołów i całości, ponadto umożliwia ono stworzenie szematu organizacji fabrykacji pierwszej sztuki i ewentualnych dalszych partyj sprzętu. Poruszę czynniki najistotniejsze tego przygotowania dla wykonania prototypu. Praktyka, względnie pośpiech cechujący omawianą fabrykację, nasuwa pytanie, czy należy ustalać czasy wykonania czynności, które mogą w przyszłości ulegać zasadniczym zmianom, czy też wykonywać bez z góry określonych czasów akordowych? Obie ewentualności znajdują zastosowanie i można naświetlić je następująco: okres przygotowania ulega skróceniu, jeśli nie ustala się czasów akordowych, bo karty operacji prędzej dochodzą do opracowujących pomoce warsztatowe. Bez ustalonych czasów wykonania poszczególnych czynności można wykonywać roboty próbne tylko w warsztacie doświadczalnym dysponującym personelem należycie wyszkolonym i zdyscyplinowanym. Jeśli natomiast prototyp wykonuje warsztat równolegle z innymi bieżącymi robotami, karty operacji muszą być bezwzględnie zaopatrzone w czasy akordowe, chociażby niezbyt dokładnie wyznaczone. Karty operacji należy opracowywać tak, by wciągały do pracy wszelkie nowoczesne środki produkcyjne danego warsztatu, będąc elementem postępu technicznego w danej dziedzinie produkcji. Przy tym im staranniej w tej fazie prac nad prototypem upatrzymy środki i ewentualnie zastanowimy się nad zaopatrzeniem sie w najwłaściwsze, a nieposiadane, ponadto jeżeli nie przeciążymy istniejących, i zatrudnionych innymi robotami, tym łatwiejsze okaże się przejście na fabrykację w seriach w tym samym warsztacie. Opracowując pomoce warsztatowe należy sumiennie sprawdzać rysunki konstrukcyjne pod względem wymiarowania, przyjętych baz i celowości wyznaczonych tolerancyj. Brak tego sprawdzenia prowadzi do błędów, które ciążą na fabrykacji. Do wykonywania najcharakterystyczniejszych czynności nie należy unikać, takich pomocy, które dadzą wszelkie możliwości taniego i szybkiego wykonania. Posługiwanie się ustawicznie już istniejącymi pomocami hamuje postęp danego warsztatu i pod pozorem korzystnego kosztu własnego doprowadza do zesztywnienia form fabrykacyjnych.

Wykonując rysunki, (lecz nie szkice) pomocy warsztatowych dla zespołów próbnego sprzętu zakładamy, które grupy pomocy rozbudujemy w czasie opracowywania pomocy dla seryj. Musimy więc mieć świadomość słabych stron próbnego opracowania.

Warsztat produkcyjny czy warsztat doświadczalny. Roboty próbne obejmujące pojedyncze sztuki studiowanego typu nie zatrudniają wszystkich stanowisk warsztatu produkcyjnego i z tego względu muszą być prowadzone równolegle z seriami robót stanowiących normalną produkcje. Te roboty próbne wciśnięte do normalnego zatrudnienia omawianego warsztatu, pracującego według czasów akordowych, ze względu na swój charakter dają obciążenie najlepszym obrabiarkom i robotnikom. W zależności od ważności realizowania prototypu, lub serii normalnej produkcji, odbywa się proces wzajemnego wyciskania z poszczególnych obrabiarek równolegle prowadzonych robót, oraz odciągania personelu o wysokim wyszkoleniu na korzyść jednego i ze stratą dla drugiego zadania warsztatu. Jest to proces trudny do opanowania przez personel kierowniczy, od którego fabrykacja prototypu wymaga skoncentrowania uwagi, przy czym jest on odciągany od swych bieżących zadań.

Zagadnienie staje się tym więcej trudne do opanowania, im większe są zdolności produkcyjne danego warsztatu, im więcej robót on chłonie dla normalnego zatrudnienia. Jeżeli zważymy, że personel techniczny i wykonawczy, dla właściwego ujęcia wykonania sprzętu próbnego musi poddać analizie przygotowanie fabrykacji przez biura, że musi wyłowić szereg błędów, że musi je bezpośrednio poprawić, by proces wykonania nie uległ przerwie, by terminy zgóry ustalone nie uległy zwłoce, stwierdzimy w jaskrawej postaci przeciążenie, a więc szybkie osłabienie tempa prac. Ponadto personel techniczny zajęty robotami próbnymi zaniedbuje sprawę ulepszeń i usprawnień w produkcji seryjnej, która kostnieje w pewnych formach nie wykazując postępu. Robotnik nawet o wysokich kwalifikacjach, wykonując prototyp, spotyka się z robotą nową, przez niego jeszcze nie opanowaną. Zanim dojdzie do wprawy, nie osiąga wyznaczonych czasów czyli przekracza t. zw. akordy, a zatem mniej zarabia, wykonując trudniejszą pracę. Podobnie personel techniczny, nie osiąga wydajności w produkcji seryjnej z powodu przeciążenia prototypem. Spotykamy się więc jak gdyby z paradoksem a mianowicie, pracując około prototypu, wymagającego większego wysiłku umysłowego i fizycznego wykonawcy ponoszą stratę materialną trudną do wyrównania, gdyż ani relacja wartości, ani relacja przepracowanych godzin dobitnie nie ilustruje wysiłku wymienionego personelu niezbędnego dla należytego wykonania sprzętu próbnego. Poza tym znaczenie premii czy zarobku z akordu jako bodźca do osiągnięcia optymalnej wydajnościści ulega zachwianiu, a po dłuższym okresie prac próbnych wprost zanika. Jednocześnie robotnik zdając sobie sprawę z tego, że w przyszłości prototyp może stać się obiektem seryjnej produkcji w tym samym warsztacie, toczy walkę o jak najkorzystniejsze czasy akordowe, co stwarza nieścisłe podstawy do ostatecznego określenia istotnego czasu potrzebnego do wykonania danego sprzętu. Znane są wypadki kiedy czas wykonania prototypu był kilkakrotnie dłuższy, niż czas uzyskany w właściwej produkcji tych samych maszyn w serii.

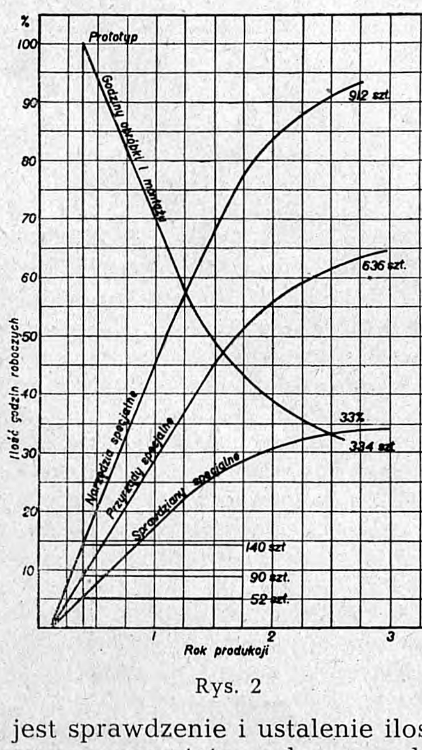
Fabrykacja próbna pociąga za sobą konieczność sprawdzenia pomocy warsztatowych, przeróbek obrabiarek, przeprowadzenia prób narzędzi specjalnych, co znowu zatrudnia i wykonawców i obrabiarki, zmniejszając zdolność produkcyjną warsztatu o wielkość trudną do określenia, a w rezultacie psuje osiągnięcia tego warsztatu w



Rys. 1

okresach miesięcznych lub rocznych. Zachodzą wypadki, że przygotowujący fabrykację, zastosuje do wyrobu prototypu istniejący zapas pomocy warsztatowych nie zwiększając posiadanej ilości; zapas ten okaże się niedostateczny dla równoległej produkcji, powodując pewne zachamowanie prac.

Wymienione trudności można złagodzić lub usunąć wytwarzając prototyp, w warsztacie doświadczalnym. Środki wytwórcze tego warsztatu winny umożliwić wykonywanie wszystkich czynności fabrykacyjnych. Warsztat doświadczalny pod względem wyposażenia musi być warsztatem produkcyjnym w pomniejszeniu z pewną przewagą środków uniwersalnych. Do jego głównych zadań należy nietylko fabrykacja poszczególnych jednostek, lecz ustalenie potrzeby poprawek i zmian rysunków konstrukcyjnych, oraz doprowadzenie wymienionych rysunków do postaci nadającej się do fabrykacji w serii. Ponadto jego za-



Rys. 2

daniem jest sprawdzenie i ustalenie ilości potrzebnych pomocy warsztatowych z uwzględnieniem ich zużycia, rysunków tych pomocy, dobór właściwych stanowisk roboczych, przestudiowanie kart operacyjnych i czasów, sprawdzenie robotą szematu planowania czynności z uwzględnieniem wzajemnego stosunku czasów wykonania podzespołów, zespołów, krytyka materiałów i półwyrobów ze względu na obróbkę i jej koszt, przeprowadzenie czynności kontrolnych.

Do powyższych zadań należy dodać ustalenie kategorii robotników niezbędnych do wykonania poszczególnych operacji. Warsztat doświadczalny pozostając w ścisłej współpracy z biurami konstrukcyjnym i fabrykacyjnym, oraz z warsztatami pomocniczymi i wytwarzającymi półwyroby umożliwia wytworzenie optymalnych warunków fabrykacji.

Sprawa doboru personelu w warsztacie doświadczalnym wymaga specjalnej uwagi. Zarówno personel kierowniczy jak wykonawczy winien składać się z pracowników o jak najwyższym poziomie wyszkolenia ,winna go cechować wnikliwośći umiejętność badania poszczególnych procesów, nadto wysoki poziom dyscypliny w pracy. Dobierając ludzi do warsztatu doświadczalnego winniśmy z posiadanych wytwórni wybrać personel o wymienionch zaletach. Oceniając go jak powyżej przedstawiłem, przez wcielenie w skład personelu warsztatu doświadczalnego wyróżniamy go i tym samym pobudzamy do wydajnej i sumiennej pracy około prototypów. Omawiany warsztat może stanowić szkołę instruktorów, ewentualnie majstrów dla warsztatów produkcyjnych. Pragnę w tym miejscu zwrócić uwagę na często u nas spotykany typ wykonawcy, który wykazuje pewne znużenie jednolitością pracy w seriach, zaś przejawia wiele talentu, śmiałości, ofiarności i ambicji, wykonując czynności nowe, niedość znane.

Kontrola fabrykacji prototypu winna być wielokrotna, sumienna i wszechstronna. Nie powinna ograniczać się do sprawdzenia produktu, lecz obejmować krytykę proponowanych przez biuro fabrykacyjne metod i środków pomiarowych, oraz warunków technicznych.

Próby prototypu. Przebieg i wyniki prób prototypu mają znaczenie decydujące o przyjęciu do seryjnej produkcji sprzętu pewnego typu. Okres tych prób bywa częstokroć znacznie dłuższy niż okres opracowania i realizacji danego typu i od niego zależy jakość przyszłej produkcji. Próby winny być wszechstronne i wyczerpujące, prowadzone w warunkach najniekorzystniejszych, aż do zużycia poszczególnych elementów i zespołów. Próby te pozwalają opanować daną konstrukcję pod względem wytrzymałościowym, użyteczności, zużywania się w działaniu, dogodności w obsłudze, wymienności części i zespołów oraz warunków napraw.

Poszczególne zespoły poddajemy próbom warsztatowym, badając ich współdziałanie z pozostałymi, przy czym badamy ich wytrzymałość i zużywanie się. Ustalamy przy tym zakres wymienności części. Stwierdzamy ciężary zespołów i ich zgodność z założeniami konstruktora.

W tym miejscu chcę zwrócić uwagę na dodatnie wyniki stosowania specjalnych przyrządów i urządzeń, mających na celu umożliwienie ba-

dań poszczególnych zespołów. Wspomniane przyrządy mają na celu ułatwienie nietylko prób działania, lecz i zużywania się części i zespołów, więc należy je opracować tak, by same nie ulegały przedwczesnemu zużyciu. Nasuwa się więc wniosek, by podejmując prace około wykonania prototypu, ograniczać się raczej do realizacji jednostki, by prowadzić badanie i próby aż do całkowitego zużycia części i zespołów, u których to zużycie występuje w pierwszym rzędzie, poczym wprowadzając ewentualnie do prób części i zespoły zamienne. Potwierdzenia wyników prób jednostki należy szukać nie u nastepnej maszyny tego typu, lecz w wynikach badań i prób następnej serii maszyn ustalając wyniki średnie. Przeznaczona do prób seria jako pochodna prototypu winna zawierać wszelkie zmiany i ulepszenia uzasadnione doświadczeniami poczynionymi na jednostce. Za powyższym przemawia koszt poniesiony dla wytworzenia potrzebnego typu maszyn. Sprzęt dopuszczony do produkcji w seriach znacznie odbiega od prototypu zaś użyteczność prototypu przeważnie kończy się wraz z jego próbami.

Warunki techniczne i odbiorcze. Wymienione warunki przygotowuje biuro konstrukcyjne jako końcowe ogniwa swych prac. Podlegają one sprawdzeniu i uzupełnieniu równolegle z realizacją prototypu. Na szczególną uwagę zasługują warunki odbiorcze. Ujęte tak by zazębiały się z procesem fabrykacji, stają się czynnikiem zabezpieczającym jej właściwy poziom bez hamowania przebiegu. W okresie wykonania prototypu doprowadzone do trwałej postaci stają się bodźcem do zachowania właściwej jakości sprzętu przy płynnej produkcji.

Narzędziowania: Prowadzenie prac warsztatu doświadczalnego w dużej mierze zależy od narzędziowni, zaopatrującej go w pomoce warsztatowe. Organiczne połączenie tych warsztatów przy wspólnym kierownictwie zabezpiecza sprawny przebieg robót próbnych. Charakter prac wykonywanych przez omawianą narzędziownię jest uniwersalny, a sprężyste wytwarzanie pomocy warsztatowych, różnorodnych i w małych ilościach jej istotnym zadaniem. Potrzeby fabrykacji doświadczalnej bywają doraźne i nagłe, a zaspakajającą je narzędziownię winna cechować elastyczność w wykonywaniu nieprzewidzianych robót. Podobnie jak w warsztacie doświadczalnym personel narzędziowni winien wykazywać wszechstronny i wysoki poziom znajomości swych zadań.

Prace około prototypu pozwalają sprawdzać nowe założenia i wytyczać nowe drogi w budowie danego typu maszyn. Warsztat doświadczalny oparty o biuro konstrukcyjne i fabrykacyjne staje się niejako instytutem badawczym, gromadzącym doświadczenie i obserwacje, stanowiące fundament dla przyszłej, ciągłej produkcji. Jakość i wartość poczynionych doświadczeń ma decydujący wpływ na rozwój badanych zagadnień w skali produkcji seryjnej. Oderwany od bieżących zadań zakładu wytwórczego, zapewnia niezbędną do prac doświadczalnych atmosferę. Zebrane wyniki tych prac oddaje w postaci sprawdzonej i wykończonej komórkom produkcyjnym i pomocniczym zakładów wytwarzających.

Nadto warsztat doświadczalny przechowuje osiągnięte doświadczenie, a mając charakter centralny dla pewnej dziedziny wytwórczości wyklucza ewentualność powtarzania tych samych prób i badań ze stratą czasu i kosztów.

Przemysł obrabiarkowy w Stanach Zjednoczonych A.P. w okresie 2-ej wojny światowej*)

Inż. A. TYMIENIECKI

I. Przegląd gospodarczy.

Znaczne wzmożenie produkcji samolotów, czołgów ,różnego rodzaju sprzętu bojowego i amunicji spowodowało gwałtowny rozwój amerykańskiej produkcji obrabiarek.

Aby podołać nowym zadaniom i sprostać zapotrzebowaniu rząd Stanów Zjednoczonych A. P. musiał przedsięwziąć cały szereg pociągnięć, bowiem przeciętna roczna produkcja obrabiarek wynosząca w StanachZjednoczonych w latach 1929 — 1939 po 25000 obrabiarek rocznie absolutnie nie wystarczyła na potrzeby rynku.

Rząd był zmuszony:

1) Przestawić na produkcję obrabiarek szereg fabryk, produkujących dotychczas inne artykuły.

2) Rozbudować przemysł pomocniczy i to w ten sposób, aby on dostarczał fabrykom obrabiarek nie tylko cześci składowe, lecz całe podzespoły. I tak naprzykład niektóre fabryki obrabiarkowe posiadały po 50 — 80 fabryk — poddostawców i to z pośród fabryk z innych gałęzi przemysłu.

3) Wykorzystać do maximum zdolności produkcyjne istniejących fabryk. O ile więc przed wojną większość fabryk pracowała na jedną zmianę, to już pod koniec roku 1941 80% fabryk pracowało na 2 zmiany (po 10 do 11 godzin na zmianę), a 20% pracowało na 3 zmiany (po 8 godzin na zmianę).

4) Rozbudować możliwości produkcyjne wszystkich fabryk obrabiarkowych przez intensywne inwestycje.

Jednocześnie rząd Stanów Zjednoczonych zaprowadził ścisłą kontrolę rozdziału wyprodukowanych obrabiarek przydzielając 75% produkcji amerykańskim fabrykom sprzętu wojennego a pozostałe 25% rozdzielił pomiędzy pozostałe fabryki amerykańskie i kanadyjskie oraz przeznaczył na eksport.

Wskutek wspomnianych poprzednio posunięć tempo produkcji obrabiarek przybrało kolosalne rozmiary. Pod względem wartości produkcja

*) Opracowano na podstawie biuletynu: „Stankostrojenije za granicej, Moskwa, wydanie I".

obrabiarek w roku 1941 wzrosła o przeszło 100% w stosunku do r. 1940. Swój punkt kulminacyjny produkcja obrabiarek osiągnęła w roku 1942 wyrażając się liczbą 350,000 wyprodukowanych obrabiarek o wartości 1320 milionów dolarów.

Rok 1943 był rokiem w którym wystąpiły pierwsze objawy nasycenia rynku, a wskutek tego została zarządzona obniżka produkcji. W roku 1944 objawy te się potęgowały (pomimo zwiększenia produkcji sprzętu artyleryjskiego) i krzywa produkcji spadała w dalszym ciągu.

Wartość produkcji przemysłu obrabiarkowego w r. 1944 wynosiła 560 milionów, a więc 2,35 razy mniej niż wartość produkcji roku 1942, lecz 2,5 razy więcej niż wartość wyprodukowanych obrabiarek w roku 1939.

Portfel zamówień na początku stycznia 1945 r. w fabrykach obrabiarkowych przedstawiał wartość 280-320 milionów dolarów co zapewniało fabrykom produkcję na okres 7-8 miesięcy.

Produkcja obrabiarek w okresie wojny.

Rok	Wartość przeciętna miesięcznej produkcji w milionach dolarów	Wartość rocznej produkcji w milionach dolarów
1939	16,66	210,0
1940	36,89	450,0
1941	64,29	760,0
1942	110,10	1320,0
1943	98,35	1179,0
1944	46,87	562,0

Produkcja obrabiarek wg. typów.
(wg statystyki Wojskowo-Przemysłowego Komitetu Stan. Zjedn. A. P.)

Rodzaj obrabiarek	r. 1942		r. 1943	
	Ilość w szt.	Wartość w tys dolar.	Ilość w szt.	Wartość w tys. dolar
wytaczarki	9697	137 472	7278	103 104
przeciągarki	1007	9 002	802	7 507
wiertarki	47654	103 726	41581	94 745
do kół zębatych	6435	51 864	6186	54 608
szlifierki	54009	209 345	52810	228 280
tokarki	88878	455 250	80196	410 670
frezarki	47565	246 223	30819	192 695
heblarki	981	29 921	618	20 852
różne	50960	78 914	45559	67 753

Wskutek spadku popytu na obrabiarki fabryki obrabiarkowe przestawiają się częściowo na produkcję sprzętu wojennego. Cały szereg firm obrabiarkowych produkuje więc obecnie nie tylko obrabiarki, lecz także poszczególne części dla przemysłu lotniczego, czołgowego i innych, wypełniając w ten sposób 25-30% swych możliwości produkcyjnych. Są to między innymi takie czołowe fabryki obrabiarkowe jak: „Warner and Swasey Co", „Cincinnati Miling and Grinding Co", „Norton Co", „Monarch Machine Tool Co" i inne.

Wiele także fabryk obrabiarkowych aby utrzymać swój stan zatrudnienia rezygnuje częściowo lub całkowicie z usług poddostawców. Usługi te wynosiły od 15 do 20% wartości produkcji produkowanych obrabiarek.

Ilość robotników zatrudnionych w fabrykach obrabiarkowych zmalała ze 112,000 w roku 1942 do 86,200 w marcu 1944, a do 50,000 w grudniu tegoż roku.

Ilość robotników zatrudnionych w fabrykach obrabiarkowych:

Rok	ilość robotników
1939	36 000
1940	56 800
1941	81 800
1942	112 200
1943	109 800
grudzień 1944	50 000

Problem powojennej produkcji obrabiarek jest najbardziej aktualnym tematem w sferach przemysłowych. Rozwiązanie jego leży całkowicie w rękach rządu, gdyż w jego posiadaniu znajduje się większość obrabiarek wyprodukowanych. Kwestia więc ich zużytkowania przez sfery miarodajne jest kwestią życia i śmierci przemysłu obrabiarkowego.

Cyfrowo zagadnienie to przedstawia się następująco: w latach 1941-1943 wyprodukowano zawrotną ilość 800,000 obrabiarek (dla wyprodukowania tej ilości w warunkach przedwojennych potrzeba by było okresu 40 lat) z czego tylko 100,000 poszło na eksport (12%). Z pozostałych 700,000 obrabiarek 500,000 jest własnością skarbu państwa.

Ogólny park obrabiarkowy, będący w posiadaniu Stanów Zjednoczonych A. P. wynosi obecnie wg danych „Machine tool Builders Association" 1,600,000 maszyn (przed wojną 939,000 obrabiarek). Z tej ilości 700 tysięcy obrabiarek było w eksploatacji poniżej 3 lat, 300 tysięcy od 4 do 14 lat i 600 tysięcy obrabiarek ponad 14 lat.

Sfery urzędowe już przeszło od roku szukają sposobu najracjonalniejszego zużytkowania nadmiaru obrabiarek.

1) wydzierżawienia albo oddania pod zastaw państwom najbardziej zniszczonym przez wojnę,
2) przechowania w składach aż do następnej wojny (specjalnie odnosi się to do dużych heblarek, których tak było brak w latach 1940 — 1941),
3) wyprzedania jak najszybciej, niezależnie od osiągalnych cen,
4) zużytkowania jako złomu, wreszcie
5) zniszczenia przez zatopienie w morzu.

W najbliższych latach obrabiarkowy przemysł amerykański przewiduje ostrą walkę konkurencyjną i związaną z nią zniżkę cen. Swą hegemonię chce zabezpieczyć ulepszeniami konstrukcyjnymi oraz zwiększoną dokładnością wykonania.

II. Przegląd techniczny.

W okresie wojny amerykański przemysł obrabiarkowy dostosowywał produkowane przez siebie obrabiarki do potrzeb przemysłu zbrojeniowego, czy to w postaci adaptacji, czy też konstruując nowe typy. Główna jednakże uwaga nie była skierowana na produkcję nowych typów, lecz na udoskonalenie istniejących, gdyż popyt był tak

wielki, że wszystkie fabryki, nie wyłączając produkujących typy już nieco przestarzałe, miały aż nadmiar zamówień.

Tym niemniej przodujące firmy amerykańskie przeprowadzały obszerne prace badawcze i konstruktorskie, stwarzając nowe typy obrabiarek, nie wypuszczając je jednakże na rynek, a pozostawiając na okres powojenny w przewidywaniu ostrej walki konkurencyjnej.

Równolegle z udoskonaleniem istniejących typów amerykański przemysł obrabiarkowy, oderwany przez działania wojenne od Europy, zmuszony był do przystąpienia do wytwarzania typów obrabiarek niewykonywanych dotychczas, a importowanych z Europy. Tak więc firmy: „Wickman Corporation", „George Gorton Machine Co", „Tomas B. Gibbs and Co" zaczęli podczas wojny produkować precyzyjne automaty kopiując analogiczne fabrykaty szwajcarskich firm: „Tornos", „Petermann" i „Bechler".

Należy tu podkreślić, że chociaż amerykanie nie zdołali osiągnąć szwajcarskiej precyzji wykonania, to jednakże potrafili wprowadzić szereg technicznych udoskonaleń, jak np. bezstopniowe przekładnie obrotów wrzeciona oraz krzywek.

W czasie wojny amerykańskie fabryki obrabiarek zmuszone były także produkować obrabiarki do kół zębatych o małych modułach, będących domeną Szwajcarii. Należy tu przede wszystkim wymienić firmy „Fellows Gear Co" oraz „Triplex Machine Tool Co". Pierwsza z nich wypuściła dłutownicę do kół zębatych o max. średnicy 1,5 cala przy podziałce DP — 40, a druga do kół zębatych 2 calowych o podziałce DP — 20 wzorująca się ściśle na analogicznych obrabiarkach szwajcarskiej firmy „Micron".

Także i precyzyjne wiertarko — wytaczarki, produkowane do okresu wojny wyłącznie przez szwajcarskie firmy „Sip" i „Hauzer" zostały objęte programem amerykańskiej produkcji obrabiarek: w szczególności przez firmy: „Pratt and Whitnei", „Clerman Machine Tool Co", „Kerner and Trakker Co" i inne. Nie osiągnęły one wprawdzie precyzji szwajcarskiego wykonania, tym nie mniej spełniły swe zadanie nie tylko w Ameryce, lecz i w państwach sprzymierzonych.

Oprócz tych precyzyjnych obrabiarek amerykanie rozszerzyli swój program także szeregiem ciężkich typów, importowanych dawniej głównie z Niemiec, bądź to wzorując się na importowanych typach, bądź też konstruując nowe. Będą to: ciężkie tokarki, heblarki bramowe, karuzelówki i t. p., których produkcją zajęły się firmy: „Consolidated Machine Tool Co", „Macintoch Chemfil Co" i inne.

Do własnych konstrukcji zaliczyć należy: dłutownicę do kół zębatych do średnicy 100 cali i podziałką DP — 2, oraz obwiedniówke do kół zębatych do średnicy 160 cali i podziałką DP — 3 firmy: „Fellows" oraz „Gould and Eberhardt Co".

Zasadnicze tendencje amerykańskich konstruktorów obrabiarek okresu wojny są następujące:

1) Szerokie zastosowanie hydrauliki przede wszystkim do automatyzacji ruchu zespołów, oraz w mechanizmach posuwów. Jako typowe przykłady należy wymienić hydrauliczne tokarki firmy „Leman Machine Co", wielonożowe tokarki do obróbki pocisków firmy „Cross Gear and Machine Co", frezarki „Hydro-Tell" firmy „Cincinnati Milling Co" i innych.

2) Wprowadzenie w szerokim zakresie bezstopniowej regulacji obrotów przez zastosowanie specjalnych prostowników, oraz stosowanie elektrycznego samoczynnego sterowania.

Wspomniane prostowniki prądu zmiennego o mocy do 10 KM wypuściły na rynek firmy „Westinghouse Electric Co" o nazwie „Mot-O-Trol" oraz „General Electric Co" o mocy do 5 KM o nazwie „Tim-O-Trol". Umożliwiają one bezstopniowe regulowanie silników prądu stałego w zakresie 1:20, a nawet 1:100. Są to prostowniki lampowe, wbudowane w niedużą skrzynkę, z regulacją obrotów silnika przy pomocy gałki umieszczonej na przedniej ścianie skrzynki — a b. proste w obsłudze i z urządzeniem utrzymującym nastawioną ilość obrotów, niezależnie od obciążenia obrabiarki.

Można nawet spostrzec objawy, że tak pojęta elektryfikacja obrabiarek zaczyna wypierać mechanizmy hydrauliczne (jak np. w konstrukcjach firmy „Monarch Machine Tool Co"). W szczególnosci: firma „Norton Co" wyprodukowała szlifierkę z prostownikiem Tim-O-Trol z bezstopniową regulacją obrotów napędu przedmiotu szlifowanego w zakresie od 100 do 1000 obr/min.; firma „Rivett and Grinder" produkuje stołowe szybkobieżne tokarki z bezstopniową elektryczną regulacją obrotów wrzeciona w zakresie do 2300 obr/min.; firma „Dalsen and Tool Manufacturing Co" zastosowała w swej szlifierce do gwintów bezstopniową elektryczną regulację obrotów wrzeciona tarczy szlifierskiej w zakresie od 1000 do 3200 obr/min., oraz napędu przedmiotu szlifowanego w zakresie od 1 do obr/min.; firma „Planomil Corporation" do swej frezarki do gwintów zastosowała Tim-O-Tool celem bezstopniowej regulacji obrotów układu planetarnego oraz obudowała elektryczne sterowanie wmontowane w ogólną deskę rozdzielczą.

3) Stosowanie bezstopniowej regulacji obrotów wrzeciona przy pomocy przesuwanych stożków, oraz pasków klinowych.

Ten system bezstopniowej regulacji obrotów został zastosowany w rewolwerówkach przez firmę „Morcy Machinery Co", w szlifierkach firmy „Fitzbourg Grinding Machinery Co", oraz w tokarskich precyzyjnych automatach firmy „Thomas Gibbs".

4) Produkcja obrabiarek — agregatów, składających się z zespołu wrzecienników do wiercenia, gwintowania, frezowania, roztaczania i szlifowania. Względnie z kilku tylko z wyżej wymienionych wrzecienników.

Poza tym produkcja całkowicie zautomatyzowanych szeregów — obrabiarkowych z automatycznym taśmowym transporterem przenoszącym obrabiany przedmiot od obrabiarki do obrabiarki i ustawiający go w położeniu do obróbki.

Kierowanie pracą szeregu — obrabiarkowego odbywa się mechanizmami elektryczno—hydraulicznymi, a kontrola przy pomocy świetlnej sygnalizacji.

Szeregi — obrabiarkowe nadają się wyłącznie do masowej produkcji. Swe zastosowanie znalazły

przede wszystkim w przemyśle lotniczym.

Tak więc firma „National Automatic Tool Co" wyprodukowała automatyczny szereg — obrabiarkowy złożony z 7 wiertarek i 3 gwinciarek do obróbki 6 cylindrowego bloku silnika lotniczego: firma „Grenly Brothers Co" wyprodukowała automatyczny szereg — obrabiarkowy do obróbki aluminiowych głowic 9 cylindrowego silnika lotniczego, złożony z 42 obrabiarek, o łącznej mocy 277 KM ,tempem pracy 45 sekund.

5) Usunięcie z automatów i półautomatów wymiennych krzywek, a zastąpienie ich krzywką stałą łącznie z odpowiednimi mechanizmami, umożliwiającymi szybkie przestawienie obrabiarki na nowy artykuł. Automaty tak skonstruowane dają się stosować nie tylko do produkcji masowej lecz i z powodzeniem do seryjnej.

Automaty i półautomaty tego typu budowane są przez „Seneca Machine Co" oraz „Davenport Machine Tool Co".

6) Produkcja szybkobieżnych obrabiarek do obróbki metali kolorowych, narzędzi z płytkami ze stopów twardych o ujemnych kątach natarcia. Jest to kierunek zupełnie nowy, który zaledwie wszedł w życie, ale któremu rokują dużą przyszłość.

KRONIKA

Przemysł metalowy osiągnął przedwojenny poziom produkcji.

W dniu 18 grudnia r. ub. na zaproszenie Dyrekcji Centralnego Zarządu Przemysłu Metalowego odbyła się konferencja prasowa.

Konferencję zagaił Dyrektor Naczelny CZPM *inż. Mieczysław Lesz* wygłaszając referat: „Wartość produkcji przemysłu metalowego osiągnęła poziom przedwojenny". Jako podstawę do porównań przyjął referent stan zakładów przemysłu metalowego należących przed wojną do kategoryj I-V, a więc obecnie odpowiadających zakładom objętym przez Centralny Zarząd Przemysłu Metalowego.

Zakłady kategoryj I-V zatrudniały w roku 1938 88 tysięcy pracowników, a w roku 1946 liczba ta zwiększyła się do 102 tysięcy. Odpowiednie cyfry obrotów rocznych wyniosły 570 i 650 mil. zł.

Po krótkim przedstawieniu strat wojennych przemysłu metalowego, które wyniosły ok. 60% zdolności wytwórczych, *inż. Lesz* omówił dotychczasowe rezultaty odbudowy głównych gałęzi przemysłu.

Przemysł Taboru i Sprzętu Kolejowego, obejmujący główne zakłady: „H. Cegielski" w Poznaniu, Państwowa Fabryka Wagonów we Wrocławiu, „Fablok" w Chrzanowie, Zakłady w Chrzanowie — wysuwa się wysokością swego obrotu na pierwsze miejsce. Przemysł Taborowy osiągnął na jesieni r. ub. produkcję 600 wagonów towarowych miesięcznie (przy maksymalnej produkcji przedwojennej 288 wagonów) oraz 20 parowozów (przed wojną 14). W zakładach „H. Cegielski" w listopadzie 46 r. wykonano pierwszy wagon osobowy. W przeciwieństwie do stanu przedwojennego, przemysł taborowy wytwarza obecnie parowozy i wagony całkowicie, a więc łącznie z najbardziej złożonymi częściami, jak turbinki oświetlające, inżektory, pompki smarujące szybkościomierze i t. d.

Przemysł obrabiarkowy w odbudowanych lub nowoutworzonych fabrykach, jak „Stowarzyszenie Mechaników" w Pruszkowie, czy Fabryka Obrabiarek przy Zakładach „H. Cegielski" łącznie z fabrykami mniej zniszczonymi, osiągnął poziom wytwórczości przekraczający dwukrotnie stan przedwojenny.

Również Przemysł Maszyn Rolniczych osiągnął już stan przedwojenny, a obecnie zbliża się do poziomu najlepszej koniunktury z 1928 r.

Poza osiągnięciami ściśle produkcyjnymi mamy do zanotowania sukcesy na polu konstrukcyjnym, gdzie wykonano szereg projektów dziś już zrealizowanych, jak nowy parowóz TY45, nową węglarkę, wagon osobowy, liczne typy nowych obrabiarek i inne.

Łączna wartość produkcji przemysłu metalowego zrównoważyła się obecnie z przedwojenną i wynosi wg cen z 37 r. — 650 mil. zł.

Dla oceny stopnia wyzyskania aparatu wytwórczego referent podał cyfry kapitału zakładowego, który przed wojną wynosił 650 mil zł., a obecnie osiągnął sumę zł. 680 mil. Oznacza to, że przemysł metalowy osiągnął w przybliżeniu przedwojenny stopień wyzyskania urządzeń, charakteryzujący się równością sum kapitału zakładowego i faktury.

W zakończeniu swego referatu *inż. M. Lesz* na podstawie dotychczasowych wyników wyraził nadzieję, że zakreślone przez Rząd w planie trzyletnim zadanie zostanie przez przemysł wykonane.

Jako drugi zabrał głos Dyrektor Techniczny CZPM *inż. Ignacy Brach,* omawiając zamierzenia przemysłu metalowego w ramach planu trzyletniego. Plan ten nakłada na przemysł metalowy zadanie dwukrotnego zwiększenia produkcji w porównaniu ze stanem obecnym.

Ostanim referentem ze strony CZPM był Dyrektor Inwestycyj i Odbudowy *inż.Stefan Żukowski,* który zobrazował stan zakładów przemysłowych na Ziemiach Odzyskanych; z przejętych przez CZPM 219 zakładów zostało już zorganizowanych ponad 80.

Po wygłoszeniu referatów odbyła się dyskusja, w której licznie zgromadzeni przedstawiciele prasy technicznej i codziennej stawiali zapytania. Między innymi poruszone zostały zagadnienia: zaopatrywania w wytwory przemysłowe wsi, budowy maszyn i narzędzi dla przemysłu naftowego, produkcji łożysk kulkowych, szkolenia inne.

S. K.

Statystyka

PRZEMYSŁ METALOWY CZPM

Wytwórczość w tysiącach złotych według cen z 1937 r.

Zjednoczenie Przemysłu	Rok 1945 II. III i IV kwartał	Rok 1946 listopad	Rok 1946 grudzień	% w porównaniu z listopadem	Razem od początku roku
Obrabiarkowego — grupa obrabiarkowa	13 109	2 616	2 539	97	31 098
— grupa narzędziowa		938	766	82	8 605
— grupa precyzyjno-optyczna		687	691	101	6 709
Maszyn Rolniczych, Łódź	5 237	1 640	1 456	89	15 986
Maszyn Rolniczych, Bydgoszcz	1 230	937	829	88	7 884
Taboru Kolejowego	47 384	21 458	18 385	86	187 082
Maszynowego	4 175	2 288	3 271	143	24 952
Motoryzacyjnego	5 531	1 911	1 683	88	17 682
Odlewniczego, Kraków	6 750	2 273	2 098	92	20 512
Odlewniczego, Radom	4 120	1 732	1 156	67	15 137
Polskich Fabryk Srub, Nitów i Części Kutych	8 967	3 738	3 420	91	36 694
Wyrobów z Blachy, Bytom	11 382	3 166	2 570	80	28 154
Wyrobów z Blachy, Kielce	1 575	831	582	70	7 267
Polskich F-k Drutu, Gwoździ i Wyrobów z Drutu	13 581	3 220	2 904	90	29 866
Wyrobów z Metali Kolorowych	2 699	2 127	2 115	99	19 965
Mebli Stalowych i okuć budowlanych	1 307	814	673	83	6 479
Kotlarskiego	9 880	3 593	2 870	80	34 590
Budowy Maszyn Włókienniczych	—	834	728	87	6 095
	136 909	54 802	48 736	80	504 750
Ogólna wartość I kwartału wszystkich gałęzi 1945 r.	3 947				

Zatrudnienie

Zjednoczenie Przemysłu	Ilość zakładów grudzień 1945	Ilość zakładów listopad 1945	Ilość zakładów grudzień 1946	Ilość zatrudnionych grudzień 1945	Ilość zatrudnionych listopad 1946	Ilość zatrudnionych grudzień 1946	% w porównaniu z listopadem
Obrabiarkowego — grupa obrabiarkowa	31	12	13	7 743	6 725	6 843	102
— grupa narzędziowa		9	9		1 885	1 925	102
— grupa precyzyjno-optyczna		17	17		2 769	2 752	99
Maszyn Rolniczych, Łódź	16	19	19	2 715	4 334	4 458	103
Maszyn Rolniczych, Bydgoszcz	6	13	15	1 095	2 744	2 942	107
Taboru i Sprzętu Kolejowego	11	12	12	15 065	28 848	29 208	101
Maszynowego	13	23	21	1 858	5 732	7 763	135
Motoryzacyjnego	10	14	14	3 160	5 389	5 447	101
Odlewniczego, Kraków	17	21	21	4 153	6 559	6 618	101
Odlewniczego, Radom	14	13	13	2 693	4 150	4 186	101
Polskich Fabryk Srub, Nitów i Części Kutych	16	14	14	3 440	5 708	5 812	101
Wyrobów z Blachy, Bytom	10	15	15	4 129	6 529	6 570	101
Wyrobów z Blachy, Kielce	10	12	9	1 364	2 590	2 610	101
Polskich F-k Drutu, Gwoździ i Wyrobów z Drutu	18	19	19	4 338	5 856	5 999	102
Wyrobów z Metali Kolorowych	11	14	14	1 308	2 662	2 733	103
Mebli Stalowych i okuć budowlanych	9	13	13	849	1 622	1 638	101
Kotlarskiego	14	19	19	3 065	5 377	5 471	102
Budowy Maszyn Włókienniczych	—	11	10	—	2 502	2 574	103
	206	207	207	56 975	101 980	105 549	103

Wytwórczość niektórych ważniejszych wyrobów

Wyrób	Jednostka miary	1945 r.	Rok 1946 listopad	Rok 1946 grudzień	Suma od początku roku
Obrabiarki	szt.	338	135	157	1 510
Wagony towarowe nowe specjalne	„	183	626	615	5 017
Wagony osobowe	„	—	1	—	5
Wagony cysterny	„	—	20	10	63
Wagony chłodnie	„	—	5	5	10
Parowozy nowe	„	78	20	12	152
Parowozy tendrzaki	„	—	—	—	2
Parowozy wąskotorowe nowe	„	—	2	2	22
Rowery nowe	„	3 581	4 896	4 870	34 166
Maszyny do uprawy ziemi sprzężajowe	„	33 340	14 768	12 038	127 889
Maszyny do siewu i sprzętu	„	224	799	377	9 047
Maszyny do omłotu czyszczenia ziarna i okopowych	„	2 206	1 475	1 308	11 631
Maszyny do przygotowania paszy	„	2 306	2 697	2 749	17 590
Maszyny i aparaty rolnicze i inne	„	2 581	927	869	10 069
Odlewy	ton	15 663	7 159	6 981	71 048
Naczynia emaliowane	„	2 744	595	464	6 764
Wyroby blaszane	„	2 718	1 680	1 638	13 848
Wyroby z drutu	„	17 581	4 154	3 788	38 629
Sruby i części kute	„	6 152	2 661	2 402	26 150
Konstrukcje stalowe	„	3 337	1 100	1 022	14 125
Kotły i Zbiorniki	„	1 363	350	167	4 776

UWAGA: Wagony węglarki podane razem z Zakładami Ostrowieckimi. C. Z. P. M. wykonał w czasie od 1. I. 46 r. — 31. XII. 46 r. — 4141 węglarek, Zakłady Ostrowieckie — 876.

Czasopisma nadesłane

„HUTNIK" Nr 11/46 zawiera szereg artykułów, związanych z trzyletnim planem odbudowy, a mianowicie: *inż. Ignacy Borejdo* „Zadania hutnictwa polskiego w perspektywie 3-letniego planu", *inż. Stefan Wróblewski* „Plan odbudowy hutnictwa żelaza", *inż. Piotr Adamski* „Trzyletni plan w przemyśle cynkowym", *inż. Ryszard Francki* „Przemysł materiałów ogniotrwałych w Polsce na tle 3-letniego planu", *dr Włodzimierz Wątocki* „Uruchomienie produkcji niklu w ramach 3-letniego planu", *prof. dr Władysław Loskiewicz* „Zagadnienie metali lekkich w Polsce na tle 3-letniego planu", i *inż. Józef Schieberl* „Kopalnictwo i hutnictwo miedzi w ramach 3-letniego planu".

„PRZEGLĄD GÓRNICZY" Nr 11—12/46, rozpoczyna swą bogatą treść górniczym „Szczęść Boże!". Zeszyt ten o objętości 148 stron, omawia szereg zagadnień z zakresu techniki gospodarowania w górnictwie, kopalnictwa węgla i manganu.

Wiadomości SIMP

Pamięci Profesora Henryka Mierzejewskiego założyciela SIMP.

Na życie i pracę ś. p. prof. Henryka Mierzejewskiego patrzeć możemy z trzech stron: człowieka nauki, pedagoga i działacza społecznego. We wszystkich trzech dziedzinach swej pracy pozostawił nam On ogromne i trwałe wartości.

W związku z dwudziestoleciem powstania naszego Stowarzyszenia pragniemy przywołać na tym miejscu pamięć jego Twórcy i nakreślić Jego sylwetkę, jako niestrudzonego działacza na niwie społecznej.

Rok 1905. Walka o szkołę polską. Rok więzienia i przymusowy wyjazd za granicę dla ukończenia wyższych studiów technicznych.

Wchodząc do przemysłu ś. p. prof. Mierzejewski z umiłowaniem poświęca się konstrukcji obrabiarek, widząc w rozwoju tej gałęzi podstawę rozwojową całego przemysłu maszynowego kraju. Nie umie się jednak zasklepić w ciasnych ramach konstruktora i żywo interesuje się pracą techniczno-społeczną: zwraca między innymi uwagę na ruch umysłowy, zapoczątkowany w Ameryce przez Taylora, przyswajając Polsce pierwszą książkę z dziedziny nauki kierownictwa i organizacji, która zdobyła sobie ogromną popularność. Już w roku 1916 rozwija niezwykle żywą działalność na tworzącej się wówczas Politechnice Warszawskiej, wkładając w nią całą swą dusze entuzjasty-społecznika. Doceniając znaczenie pracy technicznej, jako czynnika rozwoju kultury technicznej kraju, jako środka informacji kół fachowych o nieustannym postępie techniki, jako wreszcie narzędzia wykuwającego opinię społeczno-techniczną o najważniejszych zagadnieniach przemysłowo-technicznych kraju, bierze czynny udział w pracach redakcyjnych jedynego wówczas pisma technicznego na terenie Królestwa Kongresowego — *„Przeglądu Technicznego"*.

Oddając temu pismu wiele pracy zwłaszcza w latach, gdy przeżywa ono okres borykania się o własnych siłach z licznymi trudnościami, opierając się na szczupłej jeno garstce osób. Przez czas pewien jest redaktorem tego pisma. Rozumiejąc zaś potrzebe krzewienia wiedzy technicznej i idei społeczno-wychowawczych wśród personelu technicznego, podejmuje pracę redagowania założonego w 1920 roku pisma „Mechanik", na którego maleńkich wówczas łamach rozwija wybitną działalność społeczno-techniczną — ujawniającą wyraziście rys Jego charakteru — wychowawcy-społecznika.

Ś. p. prof. Mierzejewski bierze wybitny udział w Kole Mechaników, zawiązanym w ramach Stowarzyszenia Techników Polskich w Warszawie.

Wciąż rozwijająca się działalność techniczno-społeczna ś. p. prof. Mierzejewskiego sprawia, iż dokoła Jego Osoby skupia się zwarte grono inżynierów mechaników, ożywionych wspólnymi ideałami, i zdecydowana wolą podjęcia szeroko zakreslonej pracy techniczno-społecznej dla dobra polskiego przemysłu i polskiej techniki. W roku 1923 na I Zjeździe Inżynierów Mechaników Polskich dojrzewa mysl utworzenia odrębnego, samodzielnego Stowarzyszenia inżynierów mechaników polskich, wzorowanego na podobnych organizacjach angielskich i amerykańskich. Jednocześnie ś. p. prof. Mierzejewski rzuca hasło unaukowienia przemysłu, widząc w nim narzedzie, które jedynie zdolne jest zapewnić jego rozwój, a tym samym dobrobyt i bezpieczeństwo kraju; hasłu temu pozostaje wierny do końca jako naukowiec, jako pedagog i jako społecznik.

W połowie 1926 r. urzeczywistnione zostaje największe pragnienie ś. p. prof. Mierzejewskiego — powstaje Stowarzyszenie Inżynierów Mechaników Polskich, w które On, jako twórca i pierwszy prezes, wkłada całą swą duszę. Przedziwnie umiejąc łączyć w sobie pierwiastek nauki i pracy wychowawczo-społecznej, rozwija niezwykle ożywioną działalność, organizując w stolicy i w różnych miejscowościach skupiających liczne rzesze inżynierów mechaników, szereg konferencji technicznych poświęconych specjalnym zagadnieniom przemysłowym o pierwszorzędnym znaczeniu dla obronności Państwa.

W marcu 1929 r. na trzy zaledwie miesiące przed swą tak przedwczesną śmiercią, zagaja III Zjazd Inżynierów Mechaników Polskich, pierwszy od czasu powstania naszego Stowarzyszenia, i tu, jak gdyby wygłaszając swój testament pracy techniczno-społecznej, rzuca szereg przepięknych myśli, którymi do dzis sie kierujemy.

Nad mogiłą ś. p. prof. Mierzejewskiego — człowieka głęboko rozumiejącego wartość życia: n a u k ę i p r a c ę — ślubowano nadal prowadzić Jego dzieło.

Dziś, mimo ogromnych spustoszeń w szeregach pracowników technicznych, oraz zniszczeń materialnych we wszystkich niemal dziedzinach naszej działalności technicznej, wierzymy, że ślubowania naszego dotrzymamy i z podniesionym czołem możemy wypowiedzieć przepiękne słowa naszej dewizy: WSZYSTKO DLA DOBROBYTU I BEZPIECZEŃSTWA RZECZYPOSPOLITEJ.

Dwadzieścia lat pracy Stowarzyszenia Inżynierów Mechaników Polskich

I Okres przedwojenny.

Dnia 28 czerwca 1926 r. w Zakładzie Obróbki Metali Politechniki Warszawskiej odbyło się Walne Zebranie Organizacyjne Stowarzyszenia Inżynierów Mechaników Polskich, zwanego w skrócie SIMP. W obecności 33 uczestników, po wysłuchaniu referatu ś. p. inż. Apolinarego Zielińskiego „O potrzebie założenia Stowarzyszenia Inżynierów Mechaników Polskich" (*Przegląd Techniczny* 24.XI.26 str. 628) i po wyczerpującej dyskusji uchwalono ostateczną redakcję Statutu.

Dla zrozumienia ideologii Stowarzyszenia cennym materiałem są następujące słowa ś.p. inż. A. Zielińskiego: „Interwencja inżynierów mechaników nie ogranicza się do reform natury technicznej, ale obejmuje też i pewne dziedziny życia społecznego. Uznajemy dziś powszechnie zasadę, że kierowanie organizmem przemysłowym nie polega na stosowaniu brutalnej przemocy, a wymaga zastosowania umiejętności organizacyjnej. Treściwe dążenie do osiągnięcia możliwie najlepszych wyników nietylko dla przedsiębiorcy, lecz również i dla robotników, oraz dla całego ogółu staje się rękojmią właściwych dążności przedsiębiorstwa jako całości i koniecznym warunkiem powodzenia".

Stosunek do przemysłu jest ujęty w następujących słowach: „Przemysł polski znajdzie w zakładanym przez nas Stowarzyszeniu wiernego przyjaciela. Musimy w najkrótszym czasie zdać sobie sprawę ze słabych stron poszczególnych jego gałęzi. Musimy znaleźć skuteczne środki poprawy stosunków przemysłowych. Niezależnie od usuwania braków w organizacji przemysłu, musimy jednak podjąć jego obronę przez poinformowanie całego społeczeństwa o istotnym stanie rzeczy. W zakresie obrony Państwa nie mniejszą staje się potrzeba wywołania potężnego prądu opinii publicznej w kierunku uprzemysłowienia kraju.

Jeszcze dobitniej o roli społecznej inżyniera mówił ś.p. prof. Mierzejewski w artykule p. t. „Z dyskusji w sekcji Warsztatowej SIMP" (*Mechanik* 1927 r. str. 202-204). „Kapitał techniczny zaczyna się obecnie wysuwać na pierwszy plan przed kapitałem pieniężnym. Wpływa to na coraz racjonalniejsze wyzyskiwanie surowców, stosowanie coraz bardziej precyzyjnych maszyn, coraz bardziej zróżniczkowany podział pracy"... „Modernizowanie przemysłu wywołuje doniosłe różniczkowanie się klasy robotniczej przez wyodrębnienie się z niej grupy wykwalifikowanej technicznie, a świadomej swej wartości produkcyjnej. Ten proces społeczny trwa jeszcze i nigdzie nie dobiegł końca"... Rola grupy robotników, wykwalifikowanej technicznie podczas fermentu przemysłowego jaki miał miejsce w Stanach Zjednoczonych nazajutrz po zlikwidowaniu wojny, zasługuje na baczną uwagę. W tej warstwie właśnie hasła „demokracji przemysłowej", „konstytucjonalizmu fabrycznego" i t. d. znalazły największy posłuch. Doprowadziły one do stworzenia w wielu wytwórniach rad fabrycznych, stałych konferencyj w sprawach produkcji i t. d. I oto wyrobienie techniczne przywiązane do zawodu i specjalności, wrodzony rygor pracy, nadały temu ruchowi emancypacyjnemu właściwy charakter twórczy".

Przechodząc do konkretnej działalności Stowarzyszenia Inżynierów Mechaników Polskich przede wszystkim należy wspomnieć o Zjazdach Inżynierów Mechaników Polskich, których było 11, Zjazd 12 przewidywany był w Katowicach na dzień 7 października 1939 r., lecz wybuch wojny uniemożliwił przeprowadzenie tego zamiaru. Zjazdy te były publicznym dorocznym przeglądem prac i dorobku w dziedzinie zainteresowań technicznych inżyniera mechanika, przekształcając się jakby w stałą niezbędną instytucję naukowo-techniczną, związaną ściśle z pracą zawodową inżyniera mechanika. Poza tym Zjazdy SIMP były zwykle połączone z organizacją pokazów, jak np. Zjazd 1931 r. związany z Wystawą Lekkich Konstrukcji Metalowych, lub Zjazd w 1936 r. połączony z Wystawą Przemysłu Metalowego i Elektrotechnicznego.

W pierwszym Polskim Kongresie Inżynierów pod hasłem: „Mobilizacja twórczej energii dla uniezależnienia gospodarczego Polski", który odbył się w dniach 12-16.IX.1937 r. we Lwowie, SIMP brał żywy udział. W łonie SIMP utworzona została Komisja Kongresowa. Zagadnienie motoryzacji było całkowicie opracowane przez Koło Inżynierów Samochodowych SIMP. Referaty dotyczące zagadnień przemysłu metalowego były uzgodnione z poglądami Komisji Kongresowej SIMP, tak że wnioski wynikające z tych prac mogą być uważane za opinię Stowarzyszenia.

Uzupełnieniem Zjazdów były specjalne konferencje noszące również charakter publiczny i mające za zadanie omówienie konkretnych poważniejszych zagadnień przemysłowo-technicznych. Składało się zwykle na nie kilka referatów, wygłaszanych przez specjalnie wybrane kompetentne osoby w gronie ściśle fachowym, złożonym zwykle z zaproszonych, niezależnie od przynależności do Stowarzyszenia Inżynierów Mechaników Polskich, przedstawicieli nauki, techniki, przemysłu, handlu oraz zainteresowanych danym zagadnieniem resortów ministerialnych. Przedmiotem obrad były np.: sprawa budowy w kraju turbin parowych, układ pasowań, szkolnictwo zawodowe, wyzyskanie torfu jako paliwa, motoryzacja, zagadnienie pomocy drobnemu przemysłowi i rzemiosłu, normalizacja stali stopowych i konstrukcyjnych i t. p. Wyniki prac tych Konferencji ogłaszane były w *„Mechaniku"*, *„Przeglądzie Mechanicznym"* i *„Przeglądzie Technicznym"*.

Działalność wydawnicza SIMP rozpoczęła się w 1927 r. z chwilą przejęcia od „Stowarzyszenia Mechaników Polskich z Ameryki" czasopisma *„Mechanik"*. Czasopismo to, wydawane przez sekcję warsztatową SIMP w latach 1927—1932 pod redakcją *inż. Edmunda Oski*, a w latach 1933—34 pod red. *inż. Jerzego Grodeckiego*, zostało w 1935 r. przekształcone na *„Przegląd Mechaniczny"*, stanowiący organ Stowarzyszenia pod redakcją *inż. Czesława Mikulskiego.*

Ze wzgledu na coraz silniej odczuwaną potrzebę czasopisma technicznego, przeznaczonego dla szerokich rzesz pracowników rzemiosła i przemysłu metalowego, Stowarzyszenie Inżynierów Mechaników Polskich wespół z Polskim Związkiem Przemysłowców Metalowych wznowiło w maju 1938 r. czasopismo *„Mechanik"* pod redakcją *inż. A. Troskolańskiego.*

Dorobek w zakresie wydawnictw książkowych, poza trzema książkami inżynierów-mechaników, obejmuje następujące prace: *inż. R. Dobrowolski* „Przepływ par i gazów przez znormalizowane dysze i kryzy".

Prof. inż. Stanisław Płużański „Skrawanie twardymi stopami". *A. Tomkowicz* „Tarcze szlifierskie".

Poza tym Stowarzyszenie zorganizowało w ciągu okresu istnienia szereg odczytów fachowych, kursów fachowych o charakterze encyklopedycznym, jak np. Kurs Inżynierski dla Techniki Badań Fachowych w Przemyśle Hutniczym 1938 r., oraz kursów dokształcających dla pracowników technicznych jak: Kurs Obróbki Cieplnej, Kursy dla kalkulatorów, dla techników, mistrzów majstrów. Głównym zadaniem tych kursów było rozszerzenie wiadomości, danie podstaw praktycznych i teoretycznych.

Po śmierci ś.p. prof. Henryka Mierzejewskiego, założyciela i pierwszego Prezesa SIMP, w okresie przedwojennym kolejno Prezesami Stowarzyszenia byli:

Cesław Mikulski — Prezes SIMP 1929-1934 r.

Witold Kazimierz Wierzejski — Prezes SIMP 1934-1937.

Władysław Kozłowski — Prezes SIMP 1937—1938.

Stanisław Piotrowski — Prezes SIMP 1939.

Stowarzyszenie posiadało nastepujące Sekcje: Bezpieczeństwa Pracy, Energetyczno-Konstrukcyjną, Metaloznawczą, Przemysłowo-Gospodarczą, Spawalniczą, Warsztatową i Koło Inżynierów Samochodowych.

Były czynne następujące Komisje: Administracyjna, Biblioteczna, Finansowa, Odczytowa, Organizacyjno - Propagandowa, Oświatowa, Pośrednictwa Pracy, Redakcyjna Wiadomości SIMP, Spraw Zagranicznych, Wycieczkowa i Zjazdowa.

Dla podkreślenia i dokładniejszego zobrazowania działalności i znaczenia Stowarzyszenia w tym okresie czacu, na zakończenie przytoczymy ustęp z przemówienia red. inż. Czesława Mikulskiego, wygłoszonego na jednym z Walnych Zebrań SIMP: „Wszędzie tam gdzie potrzebna jest bezstronna a kompetentna opinia, powinien sie rozlec głos SIMP, czy to będą bieżące ważniejsze zagadnienia natury przemysłowo-technicznej o szerszym znaczeniu dla kraju, czy też będzie chodziło o podjęcie inicjatywy, tam gdzie jej brak. Niemniej prace nad podniesieniem poziomu umiejętności społeczności inżynierskiej i personelu pomocniczego powinny nadal stanowić jeden z ważniejszych naszych celów. Praca nad zapewnieniem bezpieczeństwa Rzeczpospolitej w granicach dostępnych nam możliwości powinna być uważana za jedno z głównych naszych zadań.

Polem pracy inżyniera mechanika są: przede wszystkim przemysł metalowy w szczególności zaś produkcja sprzętu wojskowego, drzewny i włókienniczy, ale jako dostawca maszyn, aparatów i wogóle instalacji sięga o niemal do wszystkich gałęzi przemysłu, rolnictwa i komunikacji. W ten sposób terenem jego działalności jest niemal cały zakres życia gospodarczego. Wobec znacznego opóźnienia Polski w rozwoju gospodarczym w stosunku do innych państw oraz skromnych zasobów finansowych, w pracę tę, prócz niezbednej sumy wiedzy, zmysłu organizacyjnego i środków technicznych, trzeba włożyć cały entuzjazm, na jaki nas stać, w imię hasła „mierz siły na zamiary, nie zamiar według sił".

II. Okres konspiracyjny.

Z okresu konspiracyjnego mamy narazie dane niekompletne. Prace prowadzone były w małych grupach, luźno kontaktujących się.

Najwybitniejszą działalnością odznaczyła się Tajna Organizacja Enżynierów kierowana przez ś.p. prof. Stefana Bryłę, jednego z najbardziej czynnych, zasłużonych i odważnych inżynierów okresu kospiracyjnego.

Inna grupa inżynierów mechaników, pracujących na polu piśmiennictwa technicznego i zajmujących się zagadnieniami związanymi z odbudową polskiej kultury technicznej jak np. reformą studiów technicznych, organizacją życia technicznego w powojennej Polsce i t. p. skupiła się wokół redakcji *„Mechanika"*.

Co do pracy pozostałych grup narazie nie mamy konkretnych wiadomości; w miarę ich napływania będziemy je podawali w następnych zeszytach „Wiadomości SIMP".

III. Czasy obecne.

Z chwilą odrodzenia się Państwa Polskiego zagadnienie właściwej organizacji świata technicznego stało się przedmiotem troski i zainteresowania zarówno stowarzyszeń technicznych, jak i najwyższych czynników państwowych.

Powstała Naczelna Organizacja Techniczna (NOT), której głównym zadaniem jest zjednoczenie polskiego świata technicznego w sposób, umożliwiający jak najszybszą odbudowę gospodarstwa narodowego i polskiej kultury technicznej. Celem przyśpieszenia krystalizacji form organizacyjnych poszczególnych stowarzyszeń, Naczelna Organizacja Techniczna opracowała projekt statutu NOT oraz projekt statutu ramowego, przewidującego powstanie stowarzyszeń inżynierów i techników, zatrudnionych w poszczególnych gałęziach przemysłu.

Stowarzyszenie Inżynierów Mechaników Polskich świadome konieczności oparcia organizacji polskiego świata technicznego na podstawach dostosowanych do obecnych warunków, zwołało na dzień 22 marca 1946 r. Nadzwyczajny Walny Zjazd Delegatów i Członków SIMP, który po wyczerpującej i wszechstronnej dyskusji uchwalił przystąpienie do NOT oraz zalecił zmianę Statutu, umożliwiającą przekształcenie SIMP na Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Mechaników Polskich. Stowarzyszenie to skupiałoby w sobie inżynierów i techników przemysłu metalowego, zbrojeniowego i ew. okrętowego, jak również inżynierów mechaników i techników-mechaników, zatrudnionych nietylko w przemyśle metalowym, lecz również we wszystkich innych gałęziach gospodarstwa narodowego w charakterze członków współdziałających i rzeczywistych, ponadto inżynierów i techników innych kierunków zawodowych, zatrudnionych w przemyśle metalowym, oraz osoby bez wymaganego cenzusu zawodowego, które dzięki swym zdolnościom, pracy, doświadczeniu i wiedzy zajmują w przemyśle metalowym stanowiska obsadzone zazwyczaj przez inżynierów-mechaników lub techników-mechaników.

Uchwały te przyjęto w całości na Zjeździe Organizacyjnym Inżynierów i Techników Przemysłu Metalowego i Zbrojeniowego, jaki odbył się w dniu 23 marca 1946 r. z inicjatywy Centralnego Zarządu Przemysłu Metalowego (czasopismo *„Mechanik"* Nr 3/46).

Ponadto Zebranie Organizacyjne Inżynierów i Techników Przemysłu Metalowego i Zbrojeniowego uchwaliło: Umieszczenie w regulaminie przyszłej Komisji Kwalifikacyjnej SIMP punktu ustalającego, że członkiem Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Mechaników Polskich nie może być osoba, która w okresie ubiegłej wojny była skompromitowana współpracą z Niemcami w sposób szkodliwy dla społeczeństwa. Za tego rodzaju szkodliwą współpracę z Niemcami należy uważać m. in. nieuzasadnione koniecznościami polskich organizacji konspiracyjnych przyjęcie zatrudnienia na stanowisku kierowniczym w niemieckim przemyśle wojennym.

Dnia 28 czerwca 1946 r. odbyło się Zwyczajne Walne Zebranie Delegatów Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Mechaników Polskich w którym wzięli udział delegaci Oddziałów: Warszawskiego, Krakowskiego, Wrocławskiego, Łódzkiego, Gdańskiego, Śl. Dąbrowskiego, Pomorskiego, oraz przedstawiciele Kół w Bielsku, Kielcach, Bytomiu i Mielcu.

Na zebraniu tym przyjęto nowy statut Stowarzyszenia, opracowany przez uprzednio powołaną Komisję Statutową.

Do władz Stowarzyszenia wybrani zostali następujący koledzy: Prezes — *Ludwik Uzarowicz.*

Wiceprezesi — *Ignacy Brach i Józef Potyński.*

Członkowie Zarządu — *Gokieli Witold, Grochulski Henryk, Miodek Stanisław, Pachulski Władysław, Perzyna, Szklarzewicz Antoni, Skura Stanisław, Szulczyński Jan, Taracha Czesław, Tschirschnitz Zygmunt, Żukowski Stefan.*

Członkowie Sądu Koleżeńskiego — *Benedek Bolesław, Grzymałowski Stanisław, Kręglewski Antoni Adam, Madej Włodzimierz, Piotrowski Aleksander, Rożnowski Michał, Tymowski Janusz, Taylor Karol.*

Członkowie Komisji Kwalifikacyjnej — *Beszczyński Józef, Bogusławski Stanisław, Brodowicz Wacław, Dziugiełł Bronisław, Gutowski Mikołaj, Kwiecień Józef, Marczewski Stanisław, Szymanowski Witold.*

Członkowie Komisji Rewizyjnej — *Kosiewicz Tadeusz, Kubik Włodzimierz, Lęsz Mieczysław, Palacz Edward, Rządcki Mieczysław, Włyński Jan.*

Dnia 3 września 1946 r. odbyło się Zebranie Zarządu Głównego SIMP na którym został zatwierdzony regulamin Głównej Komisji Kwalifikacyjnej SIMP („Mechanik" Nr 9 z września 1946 r.).

Według posiadanych na dzień 1 stycznia 1947 r. adresów lista członków Stowarzyszenia zamyka się cyfrą 328 członków z czego przypada na województwa: Warszawskie — 119 członków, Poznańskie — 55, Śl. Dąbrowskie — 39, Krakowskie — 27, Kieleckie — 24, Dolno Śląskie — 22, Łódzkie — 20, Gdańskie — 7, Elbląskie — 1, Radomskie — 7, Rzeszowskie — 4, Pomorskie — 2, Lubelskie — 1.

Zebrana została ewidencja 4.500 inżynierów i techników, którzy po przejściu przez Główną Komisję Kwalafikacyjną, staną się wkrótce członkami Stowarzyszenia.

W okresie do 15 grudnia na członków, zbiorowych przyjęto 64 instytucje, a minowicie:

1. Centralny Zarząd Przemysłu Metalowego, W-wa, Puławska 1a.
2. Centralny Zarząd Przemysłu Zbrojeniowego, W-wa, Wilcza 69.
3. Zjedn. Przem. Obrabiarkowego — Pruszków, Sienkiewicza 19.
4. „Grupa Precyzyjno-Optyczna" — Łódź, Wigury 21.
5. Zjedn. Przem. Maszynowego—Gliwice, Zwycięstwa 7.
6. Zjedn. Przem. Kotlarskiego—Kraków, Plac Kossaka 6.

7. Zjedn. Przem. Odlewniczego—Radom, Żeromskiego 53.
8. Zjedn. Przem. Maszyn Rolniczych — Bydgoszcz, 1 Maja 42.
9. Zjedn. Przem. Maszyn Rolniczych — Łódź, Piotrkowska 82.
10. Zjedn. Polskich F-k Śrub, Nitów i Cz. Kutych — Bytom, Ogrodowa 14.
11. Zjedn. Przem. Wyrobów z Blachy — Bytom, Chrzanowskiego 17.
12. Zjedn. Przem. Wyrobów z Blachy — Kielce, Piotrkowska 31.
13. Zjedn. Polskich F-k Drutu, Gwoździ i Wyr. z Drutu—Bytom, Jagiellońska.
14. Zjedn. Przem. Taboru Kolejowego — Poznań, Daszyńskiego 174.
15. Zjedn. Przem. Motoryzacyjnego—W-wa, Willowa 13.
16. Zjedn. Budowy Maszyn Włókienniczych, Łódź, Plac Zwycięstwa 2.
17. Zjedn. Przem. Uzbrojenia — Skarżysko—Kamienna.
18. Zjedn. Przem. Lotniczego—Włochy, H. Wrońskiego 15.
19. Zjedn. Przem. Wyr. z Metali Kolorowych — W-wa, Żelazna 51.
20. A. Aleschler i Syn — Biała Krakowska, Iwanowskiego 102.
21. „Artigrol" — Kraków, Prądnicka 85.
22. Pol. Zakłady „Babcock-Zieleniewski" — Sosnowiec, F. Perla 4.
23. M. Bauer — Łódź, Piotrkowska 170.
24. Belg. F-ka Drutu i Gwozdzi — W-wa, Objazdowa 1.
25. Bytomskie Zakłady Budowy Maszyn — Bytom, Jagiellońska 23.
25. H. Cegielski — Poznań, Daszyńskiego 136.
27. A. Deichsel — Sosnowiec, Niwecka 2.
28. „Elewator" — Katowice, Krakowska 31.
29. „Erge-Motor" — Poznań, Mylna 38.
30. Fabryka Armatur — Łagiewniki k/Krakowa.
31. F-ka Okuć Budowlanych — Bystrzyca Górna, pow. Świdnica.
32. F-ka Sygnałów i Urz. Kolejowych, Gortatowice, p-ta Rybnik.
33. Fitznerowska F-ka Śrub i Nitów — Siemianowice Śląskie.
34. Gliwickie Zakł. Budowy Maszyn — Gliwice, Zwycięstwa 7.
35. Br. Grabski — Zakłady Przemysłowe — Łódź, Pogonowskiego 56.
36. M. Jurczyk — Mikołów, Rybnicka 4.
37. Herman Kameler — F-ka Drutu i Gwoździ — Kraków, Sorego 10.
38. B-cia Klein — Dąbrowa Górnicza, Chopina 72.
39. St. Kraupe — Sosnowiec, Al. Mireckiego 5—9.
40. „W. Krusche i S-ka" — Pabianice, Laska 3.
41. Krysel i Wojakowski — Radomsko, Rozalii 11.
42. Huta „Ludwików" — Kielce.
43. „Mewa" — Bielsko, Strzelnicza 35.
44. Norblin, B-cia Buch i T. Werner—W-wa, Żelazna 51.
45. K. Ochsner i Syn — Bielsko, Partyzantów 44.
46. „Olkusz" — Olkusz, Fabryczna 8.
47. Państw. F-ka Karabinów — W-wa, Dworska 29.
48. Państw. F-ka Obrabiarek dawn. Walden — Wrocław, Grabiszyńska 269.
49. Państw. Zakł. Inżynierii — Ursus k/Warszawy.
50. Państwowe Zakłady Mechaniczne — Białystok.
51. Państw. Zakł. Metalurgiczne — Andrychów.
52. Pierwsza F-ka Lokomotyw w Polsce, Chrzanów, woj. Krakowskie.
53. Stow. Mech. Zakł. Przemysłowe „Poręba" — Poręba k/Zawiercia.
54. Przem. Tow. Żelaznych „Korngold i Romer" — Kraków, Romanowicze.
55. Przetw. Zakł. Wyrobów Metalowych — Łabędy, p-ta Gliwice.
56. F-ka Maszyn dawn. Seifert — Tarnowskie Góry, Sienkiewicza 47.
57. F-ka Maszyn i Odl. Żelaza im. J. Strzelczyka — Łódź, Piotrowska 217.
58. Śląska F-ka Pił — Wapiennica k/Bielska.
59. „Warka" dawn. B-cia Lubert — Warka, pow. Grójec.
60. „Wifama" — Łódź, Armii Czerwonej 89.
61. Zespół F-k Dolnośląskich —
62. L. Zieleniewski i Fitzner — Gamper — Dąbrowa Górnicza, Kolejowa.
63. L. Zieleniewski i Fitzner — Gamper — Kraków, Grzegórzecka 59.
64. F-ka Wyr. Metalowych dawn. Zillgitt i Leske — Elbląg, Blacharska 11.

ODDZIAŁY I KOŁA TERENOWE ORGANIZOWANE W 1946 ROKU

Oddział Poznański

Pierwsze organizacyjne zebrania Oddziału Poznańskiego odbyły się dnia 31 maja i 12 czerwca 1946 r. w Auli Szkoły Inżynierskiej w Poznaniu, Pl. Bergera 5.

W zebraniach wzięło udział 42 Kolegów pod przewodnictwem wielokrotnego przewodniczącego Oddziału Poznańskiego Kol. *Stanisława Bogusławskiego.*

Na zebraniu tym wybrano 14 delegatów na Zwyczajny Walny Zjazd Delegatów który się odbył 28 czerwca 1946 r., oraz wybrano tymczasowo Komisję Kwalifikacyjną w składzie:

Przewodniczący: *Bogusławski Stanisław,*
Członkowie: *Gutowski Teofil, Gabrylewicz Felicjan, Tatara Franciszek, Gronek Jan.*

Na zebraniu tym między innymi przedyskutowano szczegółowo projekt statutu SIMP i omawiano konieczność stworzenia w Poznaniu Domu Techników, w którym mieściły się wszystkie organizacje branżowe.

Dnia 8 października 1946 r. Walne Zebranie Członków Oddziału Poznańskiego wybrało przewodniczącego w osobie *Bogusławskiego Stanisława.*

Oddział Krakowski

Pierwsze Organizacyjne Zebranie Oddziału Krakowskiego odbyło się dnia 12 maja 1946 r. w gmachu Politechniki Krakowskiej. Obecnych było 58 Kolegów — przewodniczył Kol. *Biernawski Witold.*

Na Zebraniu wybrano tymczasowy Zarząd Oddziału Krakowskiego w składzie:

Przewodniczący: *Biernawski Witold,*
Wice-przewodn.: *Grzymałowski Stanisław,*
" " *Marczewski Stanisław,*
Sekretarz: *Szawłowski Karol,*
Skarbnik: *Grabowski Mieczysław*
oraz 5-ciu delegatów na Zwyczajny Walny Zjazd Delegatów.

Oddział Wrocławski

Pierwsze zebranie członków dawnego SIMP zwołał *inż. M. Gutowski,* do którego zwrócił się Zarząd Główny o zajęcie się zorganizowaniem Oddziału SIMP we Wrocławiu.

Zebranie to odbyło się dnia 13. 6. 1946 r. przy udziale 12 dawnych Simpowców.

Na zebraniu przedyskutowano projekt nowego statutu, wg którego Stowarzyszenie ma zrzeszać zarówno inżynierów jak i techników mechaników. Wybrany został tymczasowy Komitet Organizacyjny Oddziału w osobach:

Przewodniczący: *Bukowski Piotr,*
Sekretarz: *Maluga Ludwik.*

Na walny Zjazd Delegatów do Warszawy wybrani zostali: *inż. Karsz, Maluga, Pełczyński* z tym, że skład delegacji powiększony będzie o kilka osób z grona przyszłych kandydatów do nowego Stow. Inżynierów i Techników Mech. Polskich.

Prócz wyżej wymienionych z pośród nowych kandydatów wyjechali techn. *Książek, Michalik, Nowak i inż. Terczyński.*

W związku z Kongresem Techników tymczasowy komitet organizacyjny, zwołał Walne Zebranie Organizacyjne.

Na zebraniu tym, które odbyło się w lokalu Domu Technika przy ul. Ofiar Oświęcimskich Nr 15 przy udziale 56 osób, wybrane zostały władze Oddziału w następującym składzie:

Prezes: *Gutowski Mikołaj,*
W.-Prezes: *Sąsiadek Mieczysław,*
Sekretarz: *Karsz Aleksander*
Skarbnik: *Urbankowski Henryk,*
Członkowie: *Maluga Ludwik, Mikulski Henryk, Terczyński Łukasz.*
Komisja Rewizyjna: *Rożnowski Michał, Raczkowski Zygmunt, Idzikowsi Kazimierz.*

Komisja Kwalifikacyjna i Sąd Koleżeński: *Ciechecki Wiktor, Drabik Jan, Komorowski Stanisław, Kubik Włodzimierz, Wizental Antoni.*

Oddział Śląsko-Dąbrowski

Organizacją Oddziału Śląsko-Dąbrowskiego zajmuje się Kol. *Tymowski Janusz,* Wytwórnia Wagonów i Mostów w Chrzanowie.

Oddział Łódzki

W dniu 24 czerwca 1946 r. odbyło się pierwsze organizacyjne zebranie Oddziału Łódzkiego, na którym wybrano dwóch delegatów na Zwyczajny Walny Zjazd Delegatów, który odbył się dnia 28 czerwca 1946 r.

Organizacją Oddziału Łódzkiego zajmuje się Kol. *Kosiewicz Tadeusz,* Łódź, Radwańska 69.

Oddział Pomorski

Dnia 20 maja 1946 r. odbyło się w Bydgoszczy pierwsze organizacyjne Zebranie Oddziału Pomorskiego, w którym wzięło udział 20 Kolegów pod przewodnictwem Kol. *Zawadzkiego Stanisława.*

Na zebraniu tym wybrano 2-ch delegatów na Zwyczajny Walny Zjazd Delegatów SIMP, oraz postanowiono narazie zaniechać tworzenia Oddziału, natomiast prowadzić pracę przygotowawczą w łonie Stowarzyszenia Techników w Bydgoszczy w ramach sekcji Inżynierów i Techników Mechaników Polskich.

Koło w Bielsku

Dnia 20 maja odbyło się w świetlicy fabryki Josephy'ego zebranie informacyjne Inżynierów i Techników pod przewodnictwem *Kol. Muszyńskiego Zbigniewa.*

Koło w Elblągu

Organizację Koła SIMP w Elblągu powierzono *Kol. Bertelmanowi Erykowi,* zam. przy ul. Blacharskiej 11.

Koło w Częstochowie

Organizacją Koła w Częstochowie zajmuje się *Kol. Franciszek Przeździecki,* zam. przy ul. 1 Maja 19.

Koło w Kielcach

Dnia 14 czerwca 1946 r. odbyło się zebranie organizacyjne w Lokalu Ligi Morskiej i Kolonialnej. Przewodniczył Kol. *Tyszko Mieczysław.*

Do Tymczasowego Zarządu weszli: *Tyszko Mieczysław, Elżanowski, Frankiewicz.*

Koło w Łowiczu

Organizacją Koła w Łowiczu zajmuje się Kol. *Tusiewicz Adam Stanisław,* zamieszkały przy ul. Kilińskiego 5.

Koło w Mielcu

Dnia 21 czerwca odbyło się w Mielcu informacyjne zebranie Koła w Mielcu. Obecnych było 36 Kolegów, przewodniczył Kol. *Winecki Zdzisław.*

Wybrano 6-ciu delegatów na Walny Zjazd Delegatów.

Koło w Rzeszowie

Pierwsze organizacyjne Zebranie Oddziału Rzeszowskiego odbyło się dnia 8 czerwca 1946 r.

Na zebraniu przewodniczył Kol. *Daniszewski Kazimierz.* Wybrano Tymczasowy Zarząd Oddziału w składzie:

Przewodniczący: *Daniszewski Kazimierz,*

Wice przewodn. *Brański Dominik,*

Sekretarz: *Nowodworski Roman*

oraz dwóch delegatów na Zwyczajny Walny Zjazd Delegatów, który odbył się dnia 28 czerwca 1946 r.

Koło Lotnicze

Organizacją Koła Lotniczego zajmuje się Kol. *Wójcicki Karol,* zam. w Warszawie, ul. Polna 46 m. 3.

Koło Inżynierów i techników samochodowych

Przewodniczącym Koła jest Kol. *Okołow Zygmunt,* Wice-przewodn. Kol. *Rytel Zdzisław i Dąbrowski Jan,* Sekretarzem Kol. *Rummel Aleksander.*

Lista członków SIMP, którzy złożyli wniosek o weryfikację.

Zgodnie z §§ 1 i 17 Regulaminu Głównej Komisji Kwalifikacyjnej SIMP wszyscy członkowie Stowarzyszenia podlegają weryfikacji, zgodnie z § 6 podajemy do wiadomości Kolegów nazwiska, imiona i adresy członków, którzy zgłosili wnioski.

1. Bertelman Eryk — Elbląg, ul. Blacharska 11.
1. Dunin Antoni — Warszawa, Zielna 49.
3. Dziugieł Bronisław — Włochy k/W-wy, Hoene-Wrońskiego 15.
4. Kalinowski Roman Walenty — Wytw. Parowozów Z. O. W-wa, Kolejowa 57.
5. Malewski Michał — Piaseczno k[W-wy, Czajewicza 3.
6. Ostrowski Wacław — Pawłowice, ul. Lipowa.
7. Przeździecki Franciszek—Częstochowa, ul. 1 Maja 19.
8. Sochacki Zygmunt — Warszawa, Al. Jerozolimskie 51 m. 4.
9. Stetkiewicz Wacław — Warszawa, Saska 68 m. 1.
10. Szwabowicz Kazimierz — Zielona Góra, ul. Zielona Dolina 26a.
11. Szymanowski Witold — Ostoja pow. Pruszków, Dąbrowskiego 11.
12. Tatar Józef — Radom, Nowogrodzka 10 m. 6.
13. Thiel Karol — Gliwice, Tarnogórska 17 m. 7.
14. Twardowski Stefan—Warszawa, Grochowska 312/314.
15. Ulatowski Konrad — Bytom, Chrzanowskiego 5 m. 5.
16. Uzarowicz Ludwik — Warszawa, Boboli 4, Szkoła Inżynierów.
17. Wojciechowski Zdzisław — Bytom, Powstańców Warszawskich 56.
18. Wojdas Ludwik — Warszawa, ul. Styki 24 m. 7.

Zastrzeżenia i informacje zgodnie z § 7 wyżej wspomnianego regulaminu powinny być przesyłane w zaklejonych kopertach pod adresem Głównej Komisji Kwalifikacyjnej SIMP, Warszawa, Puławska 1a.

Lista kandydatów do SIMP

Zgodnie z § 6 Regulaminu Głównej Komisji Kwalifikacyjnej podajemy niżej do wiadomości Kolegów nazwiska, imiona i adresy kandydatów na członków Stowarzyszenia:

1. Adamowicz Zygmunt — Białogard, Pomorska 26.
2. Balcerak Czesław — Bydgoszcz, Stawowa 1.
3. Duczyński Jan — Warszawa, Białostocka 2 m. 6.
4. Knaflewski Janusz — Warszawa, Słowackiego 2/4 m. 59.
5. Krajski Karol — Warszawa, Opoczyńska 4a.
6. Lisiak Kazimierz — Włocławek, Kraszewskiego 33.
7. Prusak Jakób — Warszawa, Lwowska 11/8.
8. Skalski Adam — Warszawa, Poznańska 12 m. 68.
9. Walczak Edmund — Inowrocław, ul. Barbary 6.
10. Wierucki Zenon — Łódź, Al. Wojska Polskiego 251.

Zastrzeżenia i informacje zgodnie z § 7 wyżej wspomnianego regulaminu winny być przesyłane w zaklejonych kopertach pod adresem Głównej Komisji Kwalifikacyjnej SIMP, Warszawa, Puławska 1a.

Brak adresów

Celem uniknięcia reklamacji Sekretariat SIMP uprzejmie prosi członków Stowarzyszenia o natychmiastowe zawiadomienie o zmianie adresu.

Sekretariat SIMP nie posiada adresów następujących członków: Bukowski Piotr, Cebula Stanisław, Czajka Leopold, Madej Włodzimierz, Korewa Witold, Król Jan, Rutkowski Wilhelm.

Prosimy Kolegów, którym znane są adresy wyżej wymienionych osób o podanie ich Sekretariatowi SIMP.

Sekretariat Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Mechaników Polskich mieści się w Warszawie przy ul. Puławskiej 1a i jest czynny codziennie od godz. 10-ej do 13-ej i (prócz sobot) od 17.30 do 19-ej.

Nowo-przyjęci członkowie Stowarzyszenia

Na podstawie uchwały Zarządu Głównego z dnia 24 października 1946 r. zostali przyjęci w trybie uproszczonym poniżej wymienieni koledzy z tym zastrzeżeniem, że podlegać będą weryfikacji przez Główną Komisję Kwalifikacyjną.

Listę poniżej umieszczonych członków SIMP należy uważać za listę członków SIMP, którzy zgodnie z §§ 1 i 17 regulaminu Głównej Komisji Kwalifikacyjnej zgłosili wniosek o weryfikację.

1. Augustyniak Andrzej, Poznań, Dąbrowskiego 124 m. 3
2. Bartecki Kazimierz, Poznań, Dąbrowskiego 40
3. Brodowicz Wacław, Warszawa, Mokotowska 45
4. Chudzian Józef, Warszawa, Tarchomińska 11
5. Czarnecki Bronisław, Poznań, Szwajcarska 19
6. Dubowski Marian, Warszawa, Obozowa 79
7. Dijakiewicz Aleksander, Ostrów, Sienkiewicza 12 m. 1
8. Florkowski Florian, Czempin, 24-go Lutego 18
9. Frąckowiak Henryk, Poznań, Grunwaldzka 91
10. Gabrylewicz Felicjan, Poznań, Skarbowa 12
11. Gotojuch Tomasz, Poznań, Saperska 19
12. Górny Józef, Poznań, Graniczna 14
13. Gronek Jan, Poznań, Żupańskiego 6
14. Gubrynowicz Janina, Warszawa, Lwowska 3 m. 18
15. Gugała Józef, Ursus, Centralna 7 m. 3
16. Gutowski Teofil, Poznań, Staszica 5
17. Kaim Feliks, Pruszków, Sienkiewicza 19
18. Kapczyński Zdzisław, Mosina, Topolowa 3, woj. pozn.
19. Kędzierski Zygmunt, Grodzisk, Szkolna 1-a
20. Kęśka Antoni, Tarczyn, pow. Grójec
21. Krajewski Henryk, Warszawa, Bema 91
22. Krasiński Jerzy, Poznań, Szamanewskiego 58
23. Kruszyński Zygmunt, Poznań, Bergera 5
24. Kubik Włodzimierz, Wrocław, Odkrywców 20
25. Kuczmowski Feliks, Ursus, Konopnickiej 12
26. Kuszelewski Czesław, Poznań, Grunwaldzka 60
27. Kwiecień Józef, Pionki, P. W. P.
28. Leoniuk Maksymilian, Warszawa, Smolna 36
29. Machyna Marian, Poznań, Wierzbięcice 31
30. Malatyński Stefan, Warszawa, Budrysów 24
31. Masztakowski Stanisław, Warszawa, Obrońców 1a m. 4
32. Mazurczak Franciszek, Żabikowo, Laskowskiego 21
33. Milczarek Wojciech, Warszawa, Grajewska 2
34. Merlinger Józef, Poznań, Niegolewskich 18
35. Miodek Stanisław, Pruszków, Piękna 9
36. Moranowicz Tadeusz, Poznań, Strzelecka 4
37. Olek Stefan, Poznań, Marcina 15
38. Orawski Stanisław, Poznań, Podkomorska 28
39. Osiński Kazimierz, Poznań, Traugutta 31-a
40. Palacz Edward, Poznań, Niegolewskich 1
41. Pawłowski Teofil, Poznań, Strzelecka 25
42. Piwarski Marian, Warszawa, Łochowska 44
43. Rajewski Henryk, Poznań, Naramowicka 38 m. 6
44. Rajewski Władysław, Poznań, Dominikańska 7
45. Ratajczak Zbigniew, Puszczykowo, Lipowa 4
46. Reszelski Stanisław, Poznań, Winklera 20
47. Sawiczewski Jerzy, Warszawa, Opoczyńska 4a
48. Skura Władysław, Włochy, Parkowa 4
49. Staniszewski Stefan, Ursus, Matejki 2
50. Stelmowski Franciszek, Warszawa, Przyokopowa 43
51. Stróżniak Marian, Poznań, Marcinkowskiego 16
52. Suchenek Tadeusz, Warszawa, Bartoszewicza 9
53. Swoboda Karol,
54. Szerypo Zbigniew, Piaseczno, Staszica 9
55. Szulczyński Jan, Warszawa, Hołówki 3
56. Szylke Bolesław, Poznań, Daszyńskiego 59
57. Tschirschnitz Zygmunt, Warszawa, 3-go Maja 3 m. 52
58. Tutak Marian, Poznań, Kowińskiego 14
59. Wojda Józef, Warszawa, Bolecha 27
60. Wrotek Władysław, Włochy, Fabryczna 4 m. 13
61. Zabłocki Henryk, Podkowa Leśna, Lipowa 12
62. Zielonka Wilhelm, Poznań, Wierzbięcice 53
63. Zimny Bogusław, Poznań, Sniadeckich 15

Zastrzeżenia i informacje w związku z weryfikacją zgodnie z § 7 wyżej wspomnianego regulaminu powinny być przesłane w zaklejonych kopertach pod adresem Głównej Komisji Kwalifikacyjnej SIMP, Warszawa, Puławska 1-a.

TREŚĆ

CONTENTS

WYDAWCA: INSTYTUT WYDAWNICZY SIMP — Warszawa
Kolegium redakcyjne: Prof. dr inż. Bohdan STEFANOWSKI, inż.-mech. Edmund OSKA, inż.-mech. Stanisław KUNSTETTER, inż.-mech. Adam Tadeusz TROSKOLAŃSKI.
Redaktor naczelny: inż. mech. Czesław MIKULSKI.
Adres Redakcji: Łódź, ul. Moniuszki 5, m. 27. Adres Administracji: Warszawa, ul. Dygasińskiego 34.
Redakcja czynna od 10 do 15 z wyjątkiem sobót. Administracja czynna codziennie od 9 do 15.
Przedpłata kwartalna zł 250,— PKO I-4665. Cena zeszytu pojedyńczego zł 100,—.
D-015505 Państwowa Drukarnia, Pabianice, ul. Tuszyńska 40, tel. 76.

WYROBY

Sprzedawane przez Centrale Zbytu Gwoździ, Drutu i Czarnych Narzędzi w Bytomiu, ul. Wrocławska 14

Gwoździe kwadratowe, okrągłe, budowlane. wszelkich wymiarów, rodzajów i fasonów.

Druty żelazne czarne i białe żarzone, ocynkowane, ocynowane, miedziowane, jasne i polerowane. Druty teletechniczne (wg Polskich Norm Teletechnicznych). Druty profilowe. Druty specjalne kalibrowane. Druty w prętach o dług. do 12 m.

Liny i druty stalowe Liny stalowe i żelazne, ocynkowane i niepokryte. Liny okrągłe, trójkątne i płaskie. Druty stalowe okrągłe i profilowe, jasne, ocynowane i miedziowane.

Siatki z drutu żelaznego jasnego i ocynkowanego, siatki ogrodzeniowe i tkaniny.

Łańcuchy elektrycznie spawane, techniczne i gospodarskie, o prostych i kręconych ogniwach. Łańcuchy skręcane patent „Victor".

Szpadle i łopaty wszelkich typów i wymiarów z trzonkami i bez.

Widły wielozębowe do ładowania z gałkami i bez, widły ogrodnicze do kopania ziemi.

Kopaczki i motyki wszelkich typów i różnych wielkości.

Młoty i młotki kowalskie, ślusarskie, kamieniarskie i murarskie wszelkich typów i wielkości.

Siekiery, kilofy, oskardy, łomy, przebijaki, przecinaki wszelkich typów rodzajów i wielkości.

Sprężyny meblowe do siedzeń i oparć samochodowych i wagonowych oraz cylindryczne w dowolnych długościach.

Zamówienia na I i II kwartał 1948 na artykuły reglamentowane (gwoździe, druty, liny), instytucje państwowe i przemysł państwowy winny nadsyłać w ramach rozdzielnika CUP w terminie do dnia 1-go listopada 1947 r.

Przemysł prywatny obowiązuje ten sam termin.

Handle państwowy i spółdzielczy zaopatruje się za pośrednictwem własnych Organów Centralnych. Uznane hurtownie prywatne kierują zamówienia bezpośrednio do Centrali.

Sprzedaż wyłącznie hurtowa

Dział Gwoździ i Drutu — telefon 35-43
Dział Lin Stalowych i Drutu Stalowego — telefon 43-39
Dział Czarnych Narzędzi — telefon 46-90